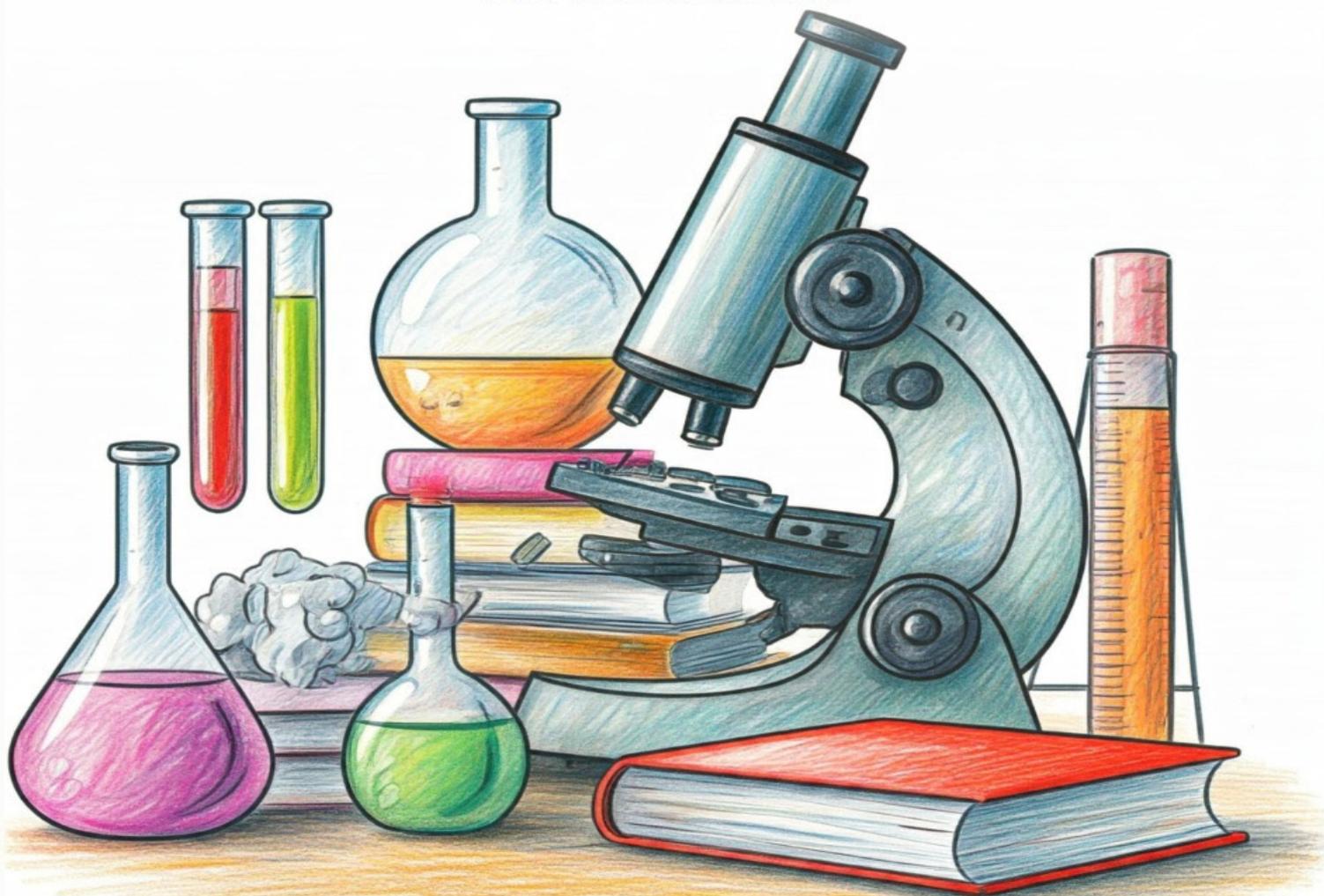




Exames laboratoriais pré-operatórios em Pediatría

Organizadores:
Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas



Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas
(Organizadores)

Exames laboratoriais pré-operatórios em Pediatria

Editora Pascal
2025

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Ilustração: Eddem Abdiel Rocha dos Santos

Bibliotecária: Rayssa Crithália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr^a Anna Christina Sanazario de Oliveira

Dr^a Samantha Ariadne Alves de Freitas

Dr^a Anali Linhares Lima

Dr^a Ildenice Nogueira Monteiro

Dr^a Mireilly Marques Resende

Dr^a Selma Maria Rodrigues

Dr^a Herlane de Olinda Vieira Barros

Dr^a Maria Raimunda Chagas Silva

Dr^a Rita de Cássia Silva de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237c

Coletânea Exames laboratoriais pré-operatórios em Pediatria / Caroline Mendes Santos e Ivete Furtado Ribeiro Caldas (Orgs.). — São Luís: Editora Pascal, 2025.

123 f. : il. (Exames laboratoriais pré-operatórios em Pediatria; vol. 1)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-144-6

D.O.I.:

1. Cuidado a criança. 2. Pediatria. 3. Período pré-operatório. 4. Exames laboratoriais. I. Santos, Caroline Mendes. II. Caldas, Ivete Furtado Ribeiro. III. Título.

CDU: 616-053.2:616-089:616-072.1

“Este Livro é produto de tese desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Cirurgia e Pesquisa Experimental, Programa credenciado pela CAPES”

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Nenhuma parte desta obra, ou sua totalidade poderá ser reproduzida sem a permissão por escrito dos autores, quer por meio de fotocópias, fotografias, “scanner”, meios mecânicos e/ou eletrônicos ou quaisquer outros meios de reprodução ou gravação. Os infratores estarão sujeitos a punição pela lei 5.988, de dezembro de 1973, artigos 122-130 e pela lei do Direito Autoral, no 9.610/98.

Direitos de cópias / Copyright 2025©
por / by / Mestrado CIPE / CCBS / UEPA
Belém, Pará, Brasil

PREFÁCIO

Desde os primórdios das análises clínicas, os exames laboratoriais têm desempenhado um papel essencial na complementação da anamnese e do exame físico, oferecendo informações diagnósticas valiosas e, muitas vezes, determinantes para a conduta médica. No cenário cirúrgico, essa relevância é ainda mais acentuada: os exames laboratoriais pré-operatórios auxiliam a equipe multiprofissional na tomada de decisões mais precisas, promovendo intervenções mais seguras e individualizadas ao longo do perioperatório.

Na pediatria, a atenção deve ser redobrada. Crianças não são simplesmente “adultos em miniatura”. Suas particularidades fisiológicas, imunológicas e comportamentais exigem uma abordagem diferenciada, tanto no planejamento terapêutico quanto nos cuidados laboratoriais. A coleta, o processamento e a interpretação dos exames devem respeitar essas especificidades, reconhecendo as variabilidades normais do desenvolvimento infantil e os desafios técnicos que essa população apresenta.

Este livro reúne informações atualizadas sobre as fases pré-analítica, analítica e pós-analítica dos exames laboratoriais, com foco na realidade pediátrica e nas demandas específicas do período pré-operatório. A obra foi elaborada com o intuito de servir como fonte de consulta prática e confiável para estudantes, biomédicos, enfermeiros, médicos e demais profissionais da saúde envolvidos no cuidado de crianças submetidas a procedimentos cirúrgicos.

Esperamos que este conteúdo contribua significativamente para o aprimoramento do conhecimento técnico-científico em saúde e para a qualificação da assistência prestada ao paciente pediátrico submetido a processos cirúrgicos.

ORGANIZADORES

Caroline Mendes Santos

Bacharel em Biomedicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) desde 2018. Realizou Iniciação Científica sobre Sífilis Congênita (2016-2017) e sobre atividade antimicrobiana de extratos vegetais (2017-2018). Especialista em Análises Clínicas e Microbiologia, em Hematologia e Imuno-Hematologia, em Citologia Oncótica e Saúde Coletiva. Atuou como professora de Inglês na escola de Idiomas DNA (Marabá, PA) entre 2016-2018. Atuou como Biomédica Plantonista no Laboratório Unimed (2019-2020). Hoje atua como Biomédica no Laboratório Central Mizulan Neves Pereira (Prefeitura de Marabá) e como Professora Substituta na Universidade do Estado do Pará. Discente do Mestrado em Pesquisa e Cirurgia Experimental (CIPE) da UEPA, onde desenvolve projeto voltado para exames laboratoriais pré-operatórios.

Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Graduada em Fisioterapia pela Universidade do Estado do Pará (UEPA); Especialista em Fisioterapia Respiratória Pediatria e Neonatal pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); Especialista em Fisioterapia em Terapia Intensiva em Neonatologia e Pediatria pelo Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO). Mestrado em Pesquisa e Teoria do Comportamento e Doutorado em Neurociências e Biologia Celular pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Coordenadora da Universidade do Estado do Pará - Campus XVIII - Cametá e Coordenadora do Laboratório de Desenvolvimento Infantil (LADIN) (Resolução 3729/21 CONSUN/UEPA e cadastrado na Plataforma Nacional de infraestrutura de Pesquisa (MCTI - PNIPE). Bolsista Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora (DT 2) pelo CNPQ. Atualmente é professora Adjunto II da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Docente permanente dos Programas de Pós-graduação Strictu Sensu Mestrado Profissional Cirurgia e Pesquisa Experimental (CIPE) e Ensino e Saúde na Amazônia (ESA) CCBS/UEPA. Vice-líder do grupo de pesquisa Saúde e Interdisciplinaridade na Amazônia (Linha: Desenvolvimento infantil e neuroeducação) e membro titular do Conselho Municipal de Educação (CME - Cametá). Atua principalmente nos seguintes temas e linhas de pesquisa: Desenvolvimento cerebral, comportamento humano, neuroeducação, desenvolvimento infantil, inovação e tecnologia.

AUTORES

Alexia Adriane Santiago Abdon

Acadêmica de Medicina da Universidade do Estado do Pará (Campus VIII), cursando atualmente o 5 período (2022 - 2028). Representante de turma e Membro Discente Associado da Academia Brasileira de Neurologia.

Antonio Erlindo Braga Júnior

Atualmente é Professor Adjunto na Universidade do Estado do Pará (UEPA). Possui mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). No presente atua nos cursos de graduação em Engenharia de Produção e Bacharelado em Design e também no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Recursos Naturais e Sustentabilidade na Amazônia. Desenvolve trabalhos de pesquisa e desenvolvimento nas áreas de Design para a Logística Reversa, Design para a Sustentabilidade, Design de Serviços e Sistemas Produto - Serviço.

Beatriz Carminati Pedroso

Discente do quinto período de Medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus VIII. Atualmente, diretora de extensão da Liga Acadêmica Marabaense de Cardiologia (LAMAC), diretora de pesquisa da Liga Acadêmica Marabaense de Pediatria (LAMPED) e membro ligante da Liga Acadêmica de Fisiologia e Fisiopatologia (LAFISIO).

Camile Amaral Pinto

Graduada em Ciências Naturais pela UFPA (Campus Cametá) no ano de 2022, atualmente é graduanda em Bacharelado em Biomedicina pela UEPA (XVIII- Cametá). Participou como não bolsista do projeto de extensão “Utilização do Laboratório de Química da UFPA (Campus Cametá) como conexão de conhecimentos de química entre o ensino superior e a comunidade na educação básica, aprovado pelo edital PIBEX 2019 no período de 08/2019 a 02/2020. Participou como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) na área do Ensino de Ciências no período de vigência de 2020 até 2022, no mesmo projeto atuou no planejamento administrativo de atividades presenciais e online “síncronas e assíncronas”. Atuou no magistério superior como tutora do Curso de Ciências Biológicas modalidade EAD, no polo EAD UNAMA Cametá. Foi Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) Fapespa/ Forma Pará 11/2023 a 11/2024.

Catarine Mendes Santos

Possui formação extracurricular em inglês avançado (2016-2019). É formada em Biomedicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) (2019-2023). Foi bolsista por dois anos consecutivos pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/FAPESPA), no Laboratório de Bioinformática, Biologia Molecular e Genética - LABIOGEN, UEPA. Durante os anos de 2021-2022, pesquisou, analisou e preditou epítomos proteicos das variantes de SARS-CoV-2 com maior potencial imunogênico. Em 2022-2023, investigou os efeitos genotóxicos e citotóxicos do tabaco e álcool na mucosa oral de indivíduos residentes na cidade de Marabá-PA. Atualmente, é residente no Programa de Residência Multiprofissional em Saúde (PRMS) da Universidade Federal do Pará, na área de Oncologia. Tem interesse pela área de Biologia Molecular, Epidemiologia, Bioinformática e Oncologia.

AUTORES

Denilson Oliveira Júnior

Discente do 5º período do curso de Medicina. Membro da Liga Acadêmica de Trauma do Sul e Sudeste do Pará (LITRASP) e da Liga Acadêmica de Neurologia (LANEURO). Membro da comissão organizadora do SISAM.

Endrio Benedito Ribeiro Tavares

Graduando em Biomedicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) Turma 2023 Campus XVIII/CAMETÁ. Representante da Primeira Turma de Biomedicina da UEPA Came-tá Campus XVIII. Graduou em Medicina pela Universidad Privada Abierta Latinoamericana - UPAL (2021 - Incompleto). Pesquisador ligado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC 2024, com projeto de pesquisa denominado “Desnutrição e saúde infantil em populações de comunidades rurais do Baixo Tocantins”.

Evelly David Gonçalves

Sétimo Semestre na Graduação de Biomedicina na Universidade do Estado do Pará. Bolsista no Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde (PET-SAÚDE). Mesa-Redonda - O uso indiscriminado de neurofármacos: Ritalina, Zolpidem e Rivotril - Organização - 2023 - UEPA/Campus VIII Minicurso: Diagnóstico por imagem radiológica do tórax em humanos - 2022 - XII Semana Acadêmica UEPA/Campus VIII Minicurso: Técnicas de auto-relaxamento corporal e mental: respiração diafragmática, auto-massagem e alongamentos ativos - 2022 - XII Semana Acadêmica UEPA/Campus VIII XII Semana Acadêmica - Organização - 2022 - UEPA/Campus VIII Oficina: Normas da ABNT - 2022 - UEPA/Campus VIII Workshop de Perícia Criminal - 2022 - Professor e Perito Criminal Thiago Massuda III Simpósio de Infectologia Aplicada - Ouvinte - 2022 - Liga Acadêmica de Infectologia Aplicada da Bahia (LAIA) Dia do DNA - 2022 - Liga Acadêmica de Genética Rosalind Franklin da UEPA /Campus VIII Leishmaniose: por que devemos nos preocupar? - Ouvinte - 2022 - UEPA /Campus VIII X Seminário de Integração Científica da UEPA - Ouvinte - 2022 - UEPA/Campus VIII Assessora do Diretor de Ensino da Liga Acadêmica de Epidemiologia e Saúde Coletiva - LAESC - 2022/2023 - UEPA/CAMPUS VIII 2 Diretora de Eventos da Associação Atlética Acadêmica de Biomedicina - UEPA/CAMPUS VIII

Erivelton Silva Pinto Júnior

Discente do 5º período do curso de Medicina da Universidade do Estado do Pará (UEPA) – campus VII, Marabá. Membro da Liga de Otorrinolaringologia de Marabá (LIOTO), atuando como Diretor de Ensino.

Francielly de Fátima Araújo da Silva

Graduanda de Medicina da Universidade Estadual do Pará - Campus VIII, cursando atualmente o 5 período (2022 - 2028). Monitora do Laboratório de Suporte Básico de Vida. Diretora de Marketing da Liga Acadêmica de Pediatria (LAMPED). Diretora de Ensino e Pesquisa da Liga Acadêmica de Saúde Mental. Membro da Comissão Organizadora do Projeto de Extensão Open Days - UEPA. Membro Discente Associado da Academia Brasileira de Neurologia. Membro associada da Academia Brasileira de Pediatria.

AUTORES

Gabriely Borsoi Leite

Acadêmica de Medicina do 3º ano da Universidade do Estado do Pará.

George Alberto da Silva Dias

Fisioterapeuta graduado pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Especialista em Fisioterapia traumato-ortopedia pela UNAMA. Mestrado, Doutorado e Pós-Doutorado em Doenças Tropicais pelo Núcleo de Medicina Tropical (NMT) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Docente Adjunto I da Universidade do Estado do Pará (UEPA) com dedicação exclusiva. Líder do grupo de pesquisa Saúde, Ambiente e Movimento na Amazônia (SAMOVA). Atua nas seguintes linhas: Ensino na saúde e Atenção integral aos ciclos de vida.

Helena Beatrice Marinatti da Silva

Acadêmica do sexto semestre de Medicina da Universidade do Estado do Pará (UEPA) – campus II, Belém. Diretora de Ensino da Liga Acadêmica de Ginecologia e Obstetrícia. Membro da Liga Acadêmica de Saúde Mental.

Herick Pampolha Huet Bacelar

Possui graduação em Medicina pela Universidade do Estado do Pará – UEPA (2002). Residência Médica em Cirurgia Geral pelo Hospital Municipal Dr Alípio Corrêa Netto - São Paulo - SP (2005). Residência em Urologia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM (2009). Especialização em Urologia Pediátrica pela escola Paulista de Medicina - UNIFESP (2010). Doutor em Urologia pela UNIFESP (2012). Professor Adjunto I do curso de medicina na Universidade do Estado do Pará (UEPA) e Coordenador do internato de Medicina de Emergência da UEPA. Professor do curso de medicina do Centro Universitário Metropolitano da Amazônia - Unifamaz e coordenador do eixo de Medicina de Emergência da Unifamaz. Professor do programa de Mestrado Profissional de Cirurgia e Pesquisa Experimental da UEPA. Tem experiência na área de Medicina, com ênfase em Urologia, Urologia Pediátrica e Medicina de Emergência.

Hévinny Cristine Dias Caldas

Graduanda em Biomedicina pela Universidade do Estado do Pará – UEPA.

Itallo Oliveira Dias Correia

Estudante de Medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Membro da Liga Acadêmica Marabaense de Cardiologia e da Liga Acadêmica de Neurologia Clínica, onde desenvolve habilidades teóricas e práticas nas áreas de cardiologia e neurologia, além de participar de projetos de extensão, pesquisa e educação em saúde.

Izabella de Souza Rabelo

Discente do terceiro período do curso de Medicina na Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus Marabá. Atualmente, faz parte da diretoria financeira da Liga Acadêmica de Oncologia de Marabá (LAOM), é membro ligante da Liga Acadêmica de Anatomia Humana e Clínica (LIANAC) e da Liga de Trauma do Sudeste do Pará (LITRASP).

AUTORES

Jackson Luís Ferreira Cantão

Mestrando no Programa de Cirurgia e Pesquisa Experimental da Universidade do Estado do Pará. Pós-graduado em Enfermagem na Unidade de Terapia Intensiva pela faculdade BookPlay (2023). Pós graduado em Enfermagem do Trabalho e Saúde Ocupacional pela Faculdade Educamais (2019). Atuou como Docente de ensino Técnico e na Supervisão de Estágio Técnico na Faculdade Gamaliel Município de Tucuruí-Pa (2019). Atualmente Docente, Preceptor de Estágio Supervisionado e Coordenador de TCC na Faculdade Para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA) no Município de Parauapebas-PA

Jamille Cristina Conceição Santos

Mestranda em Cirurgia e Pesquisa Experimental pela Universidade do Estado do Pará. Graduada em bacharelado em Fisioterapia pela Universidade do Estado do Pará, pós-graduada pela Faculdade Inspirar em Fisioterapia em Terapia Intensiva. Atua no Hospital Municipal de Marabá nos diversos setores: Clínica Médica, Clínica Cirúrgica, Clínica Pediátrica, Pronto Socorro em Urgência e Emergência, Unidade de Cuidados Especiais (UCE). e Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

Jennifer Pamela Balan

Graduação em Enfermagem pela Universidade Paranaense- UNIPAR (2007). Especialista em: Saúde Mental, Enfermagem do Trabalho, Estratégia em Saúde da Família, Urgência e Emergência, Unidade de terapia Intensiva- UTI, Estética e Cosmetologia, e Estética Avançada. Mestranda em cirurgia e pesquisa experimental pela UEPA, coordenadora de enfermagem do hospital municipal de Marabá.

Joniele Rainara Vieira da Silva

Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Participou como Bolsista do Programa de Apoio Socioeconômico - Subprograma Bolsa Incentivo Acadêmico (UEPA). Atuou como docente no projeto “Cursinho Popular”, promovido pela UEPA, ministrando conteúdos de Química e Matemática. Atualmente, está cursando graduação em Biomedicina pela mesma universidade.

Jorge Luiz Dutra Junior

Graduando de Medicina da Universidade Estadual do Pará (UEPA) – campus VIII, cursando atualmente o 6º período. Vice-presidente da Liga Acadêmica de Neurologia Clínica da UEPA (LANEURO). Diretor de Ensino da Liga Acadêmica Marabaense de Cardiologia (LAMAC). Membro discente associado da Academia Brasileira de Neurologia.

Kawê de Jesus Viana dos Santos

Graduando em Biomedicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) - campus XVIII/Cametá.

Letícia Rodrigues Santiago

Acadêmica de Medicina da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Realizou dois anos de intercâmbio acadêmico na Universidade da Beira Interior, Portugal. Tem interesse nas áreas de Psiquiatria e Saúde da Mulher.

AUTORES

Liana Pillar Lima do Patrocínio

Possui graduação em Enfermagem pela Universidade do Estado do Pará (2009), especialista em Enfermagem em Urgência e Emergência pela Faculdade de Ciências de Wenceslau Braz- FACIBRA em 2017. Atuou como enfermeira do programa Atenção Básica da Secretaria Municipal de Magalhães Barata (2010 á 2011). Foi aprovada para Enfermeiro no Município de Marabá, tomou posse dia 15 de julho 2011 no Hospital Municipal de Marabá (HMM) onde teve experiência como enfermeira assistencial nas áreas de emergência, pediatria, clínica médica, cirurgia geral, centro cirúrgico e ortopedia. Atualmente desenvolve atividades relacionadas á regulação hospitalar de leitos.

Lorena de Oliveira Tannus

Mestre em Cirurgia e Pesquisa Experimental pela Universidade Estadual do Pará. Pós-graduação em Cardiopulmonar e Terapia Intensiva pelo CEAFI/PUC/GO. Possui Graduação em Fisioterapia pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2008) Foi Fisioterapeuta no Hospital Santa Genoveva em Goiânia onde atuou na Unidade de terapia Intensiva cirúrgica com prevalência de cirurgia cardíaca, transplante cardíaco, transplante renal, gastroplastias, cirurgias abdominais; Unidade de terapia Intensiva Clínica com prevalência de pacientes neurológicos. Fisioterapeuta na Unidade de Terapia Intensiva NEONATAL no Hospital Regional do sudeste do Pará, com experiência em Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica. Docente do curso de Fisioterapia na Faculdade Metropolitana de Marabá, ministrando Fisioterapia Cardiovascular, Fisioterapia em Intensivismo, Geriatria, Ética/Deontologia e Cinesioterapia. Docente do curso de Enfermagem da Faculdade Pitágoras de Marabá onde ministrou Ciências Morfofuncional do Aparelho Digestório, Renal e Endócrino. Orientadora do estágio Supervisionado de Fisioterapia da Faculdade Pitágoras em Unidade Hospitalar e cardiorrespiratória no hospital Municipal de marabá. Orientadora de Trabalho de Conclusão de curso da Faculdade metropolitana de Marabá. Docente da Faculdade de Medicina de Marabá (FACIMPA), Docente efetiva na Universidade Estadual do Pará (UEPA) no curso de Medicina. Ministrou o módulo de Pós Graduação de Enfermagem em UTI na Faculdade Carajás em Marabá. Ministrou módulo na Pós-graduação Instituto HIB. Fisioterapeuta na Clínica Pronto Baby e Family atuando em Fisioterapia Respiratória em Pediatria/neonatologia e Estimulação Motora Precoce.

Luciana da Silva Pinto

Graduanda de Biomedicina na Universidade do Estado do Pará (UEPA), atualmente no 4 semestre (2024). Representante de turma da Biomedicina 2022. Ligante da Liga Acadêmica de Microbiologia (LAMIC). Diretora de Ensino da Liga Acadêmica de Microbiologia (LAMIC). Interesse na habilitação de Estética.

Luciana Ferreira Vidal

Acadêmica de Medicina pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atua como monitora em semiologia do aparelho digestivo. Participa de projetos de extensão e pesquisa em promoção e educação em saúde na Atenção Básica, com foco na região do Xingu. Possui artigos publicados sobre a saúde da população local.

Marcelle dos Santos Alusiar

Graduanda do curso de Medicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA), campus de Marabá, atualmente cursando o 5 semestre.

AUTORES

Maria Eduarda de Souza

Acadêmica de Medicina do 3º ano da Universidade do Estado do Pará.

Maria Luciene Gaia Tenório

Discente do curso de Biomedicina da Universidade do Estado do Pará, Campus XVIII - Cametá. Bolsista de Iniciação Científica no Laboratório de Desenvolvimento Infantil (LADIN). Integrante do projeto intitulado “Análise da competência leitora de crianças ribeirinhas em idade escolar no município de Cametá”.

Maria Pietra de Saboya Porpino

Graduanda em Medicina no 6º semestre pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pesquisadora voluntária do PIBIC intitulado “Aplicativo para o rastreio de pacientes com fatores de risco para acidentes vasculares encefálicos”. Diretora de ensino da Liga Marabaense de Ginecologia e Obstetrícia.

Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho

Possui Doutorado pelo Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo - IAMSPE/HSPE (2016-2019). Mestrado pelo Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo - IAMSPE/HSPE (2011-2015). Residência Médica em Ginecologia e Obstetrícia Pelo Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo- Francisco Morato de Oliveira (2008- 2011). Título de Especialista em Ginecologia e Obstetrícia - TEGO (2011). Título de Especialista em Patologia do Trato Genital Inferior (2012). Título de Especialista em Endoscopia Ginecológica (2012). Graduação em Medicina pela Universidade Estadual do Piauí - UESPI (2007). Principais áreas de atuação: Ginecologia e Obstetrícia, Patologia do Trato Genital Inferior e Endoscopia Ginecológica. Docente do curso de Medicina do Centro Universitário Metropolitano da Amazônia (UniFamaz) desde 2016, em regime Celetista, e da Universidade do Estado do Pará (UEPA), desde 2020, com ingresso através de concurso público. Presidente do Capítulo Pará da ABPTGIC (2022-2025).

Matheus Procópio dos Santos

Graduando em Medicina no sexto semestre pela Universidade Do Estado do Pará (UEPA). Membro da Liga Marabaense de Ginecologia e Obstetrícia.

Roberta Silvana Barbosa Silva

Especialista em Gestão e Planejamento da Educação - UFPA/Cametá - 2019. Graduada em Licenciatura Plena em Pedagogia pelo Campus Universitário Tucuruí, flexibilizado pelo Campus Universitário do Tocantins/Cametá - UFPA - 2017. Discente do curso de Bacharel em Biomedicina pela Universidade do Estado do Pará - UEPA. Bolsista PIBIC - Forma Pará no Projeto Avaliação da competência leitora através do rastreamento ocular em crianças escolares da região do Baixo Tocantins, desenhado pelo Laboratório de Desenvolvimento Infantil (LADIN) (Resolução 3729/21 CONSUN/UEPA e cadastrado na Plataforma Nacional de infraestrutura de Pesquisa (MCTI - PNIPE).

AUTORES

Rubens de Paulo Rodrigues

Discente do curso de Medicina da Universidade do Estado do Pará - Campus Marabá. Presidente da Liga Acadêmica de Neurologia Clínica (Laneuro). Monitor bolsista da disciplina Morfofuncional II - ASES 4, 5 e 6.

Querly Oliveira Silva

Graduada em Enfermagem pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Pós-graduada em Urgência e Emergência pela Faculdade de Educação de Bacabal (FEBAC) e Obstetrícia e Neonatologia pela Faculdade Adelina Moura (FAADEMA). Mestranda em Cirurgia e Pesquisa Experimental pela Universidade Estadual do Pará (UEPA). Atua como Tutora no Curso de Enfermagem da Universidade Anhanguera de Grajaú.

Sarah Menezes Albuquerque de Oliveira

Acadêmica de Medicina do 3º ano da Universidade do Estado do Pará. Participante ativa da Liga de Cirurgia De Marabá (LACIM) e Liga Marabaense de Pediatria (LAMPED).

Samanta Barra dos Santos

Licenciada em Ciências Naturais (Universidade Federal do Pará), pós-graduada em Docência do Ensino Superior (Universidade da Amazônia) e mestra em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários (PPGBAIP - Universidade Federal do Pará). Experiência em Entomologia Médica, com estudo de mosquitos (Diptera: Culicidae) de importância epidemiológica e Educação em Ciências. Ministrou aulas de Biologia para a Educação de Jovens e Adultos (2017-2019) e Ciências Naturais para os anos finais do Ensino Fundamental (2020) no Instituto de Estudos da Amazônia, Cametá - PA. Atuou como professora de Biologia do Ensino Médio no Instituto Nossa Senhora Auxiliadora (INSA Cametá). Presta serviços de Consultoria Acadêmica. Tutora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas semi-presencial da UFPA/UAB Polo Cametá. Discente do curso de Biomedicina da Universidade do Estado do Pará - UEPA.

Talyssa Gabriele da Cruz Sousa

Discente do 5º período do curso de Biomedicina da Universidade do Estado do Pará (UEPA) no campus VIII - Marabá; Diretora de Assuntos Estudantis do Centro Acadêmico de Biomedicina de Marabá José Leal Prado (CABIM) - UEPA.

Tauane Sacramento Pereira

Graduanda em Medicina no sexto semestre pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Membro da Liga Acadêmica Marabaense de Cardiologia. Atualmente desenvolve pesquisas com os temas: "Obesidade e sua interação com arritmias cardíacas no idoso: análise do perfil epidemiológico das internações hospitalares", "Análise das internações por doença reumática crônica do coração no Brasil, de 2014 a 2024", "Efeitos do cigarro eletrônico em eventos cardiovasculares: cenário atual e complicações dos casos entre jovens e adolescentes e "Livro e audiolivro - trauma arterial de membros inferiores: guia prático para residentes".

AUTORES

Tiago Santos Silveira

Possui Doutorado pelo Programa de Pós Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Pará (2016), Mestrado em Ciências pelo Programa de Pós Graduação em Cirurgia Plástica da Universidade Federal de São Paulo (2009), Pós Graduação Latu Sensu em Fisioterapia Dermatofuncional pela Universidade Castelo Branco (2006) e graduação em Fisioterapia pela Universidade da Amazônia (2005). Atua como Professor Adjunto II em regime de Dedicção Exclusiva da Universidade do Estado do Pará, lotado no componente curricular de Saúde do Adulto no 4º ano do curso de Bacharelado em Fisioterapia. Lidera o Grupo de Estudos e Pesquisas em Saúde (GEPS). Integra o NDE do curso de Fisioterapia. Coordena o curso de Fisioterapia do Programa Forma Pará, nos municípios de Breves, Conceição do Araguaia e São Geraldo do Araguaia. Preside a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UEPA. Tem interesse em ensino, pesquisa e extensão no ciclo de vida da Saúde do Homem, assim como na identificação de produtos naturais da Amazônia com potencial terapêutico para saúde Humana.

Victoria Nunes dos Santos Silva

Graduanda do sexto período do curso de Biomedicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Atualmente, vice-presidente da Liga Acadêmica de Genética Rosalind Franklin e membro da Liga Acadêmica de Microbiologia. É monitora bolsista do Departamento de Morfologia e Ciências Fisiológicas (DMCF), auxiliando nas disciplinas de Embriologia, Histologia, Anatomia I e II/ Fisiologia I e II. Assume o cargo de coordenadora de extensão do Centro Acadêmico de Biomedicina de Marabá - José Leal Prado. Ademais, cursou o primeiro período de Biomedicina pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2021). Tem interesse pela área de Embriologia, Citopatologia, Biologia Molecular e Medicina Forense.

Wellerson Pantoja de Moura

Graduando em Biomedicina pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) - campus XVIII/ Cametá.

ILUSTRADOR

Eddem Abdiel Rocha dos Santos

Acadêmico do curso de Bacharelado em Design da Universidade do Estado do Pará. Secretário do Centro acadêmico de Design e estagiário do Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia (NITT).

SUMÁRIO

SEÇÃO I: LABORATÓRIO CLÍNICO: IMPORTÂNCIA E PAPEL NOS EXAMES PRÉ-OPERATÓRIOS

CAPÍTULO 118

História dos exames laboratoriais

Catarine Mendes Santos, Caroline Mendes Santos, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 2.....24

Interferentes dos exames laboratoriais

Gabriela Borba Freire, Játila Gomes Cavalcante, Caroline Mendes Santos, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 3.....29

Avaliação pré-cirúrgica em neonatologia e pediatria: o papel dos exames laboratoriais

Querly Oliveira Silva, Caroline Mendes Santos, Jackson Luis Ferreira Cantão, Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 433

Cuidados na manipulação do paciente neonatal e pediátrico durante a coleta de exames laboratoriais

Alexia Adriane Santiago Abdon, Francielly de Fátima Araújo da Silva, Helena Beatrice Marinatti da Silva, Jorge Luiz Dutra Junior, Letícia Rodrigues Santiago, Marcelle dos Santos Alusiar, Maria Pietra de Saboya Porpino, Matheus Procópio dos Santos, Lorena de Oliveira Tannus, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

SEÇÃO II: TÉCNICAS DE ANÁLISE LABORATORIAIS EM EXAMES PRÉ-CIRÚRGICOS

CAPÍTULO 5.....44

Uso da microscopia em exames pré-cirúrgicos

Caroline Mendes Santos, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 6.....49

Uso da espectrofotometria em exames pré-cirúrgicos

Caroline Mendes Santos, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

SEÇÃO III: EXAMES LABORATORIAIS PRÉ-OPERATÓRIOS NAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS PEDIÁTRICAS

CAPÍTULO 755

Hemograma: interpretação e importância no pré-operatório pediátrico

Luciana da Silva Pinto, Talyssa Gabriele da Cruz Sousa, Caroline Mendes Santos, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 862

Coagulograma: interpretação e importância no pré-operatório pediátrico

Endrio Benedito Ribeiro Tavares, Hévinny Cristine Dias Caldas, Joniele Rainara Vieira da Silva, Kawê de Jesus Viana dos Santos, Wellerson Pantoja de Moura, Caroline Mendes Santos, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 9.....71

Gasometria: interpretação e importância no pré-operatório pediátrico

Tauane Sacramento Pereira, Jorge Luiz Dutra Júnior, Jenniffer Pamella Balan, Caroline Mendes Santos, Antonio Erlindo Braga Júnior, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 1079

Exames laboratoriais no diagnóstico de pancreatite

Rubens de Paulo Rodrigues, Sarah Menezes Albuquerque de Oliveira, Itallo Oliveira Dias Correia, Jenniffer Pamella Balan, Caroline Mendes Santos, Antonio Erlindo Braga Júnior, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 1183

Exames laboratoriais no diagnóstico de doenças hepáticas

Erivelton Silva Pinto Júnior, Izabella de Souza Rabelo, Jenniffer Pamella Balan, Caroline Mendes Santos, Antonio Erlindo Braga Júnior, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 1288

Exames laboratoriais no diagnóstico de doenças renais agudas

Rubens de Paulo Rodrigues, Sarah Menezes Albuquerque de Oliveira, Itallo Oliveira Dias Correia, Jenniffer Pamella Balan, Caroline Mendes Santos, Antonio Erlindo Braga Júnior, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

D.O.I.:

CAPÍTULO 1393

Exames laboratoriais no diagnóstico de distúrbios eletrolíticos

Jenniffer Pamella Balan, Beatriz Carminati Pedroso, Denilson Oliveira Júnior, Maria Eduarda de Souza, Caroline Mendes Santos, Antonio Erlindo Braga Júnior, Ivete Furtado Ribeiro Caldas, George Alberto da Silva Dias

D.O.I.:

CAPÍTULO 14101

Exames laboratoriais no diagnóstico de infecções

Izabella de Souza Rabelo, Erivelton da Silva Pinto Junior, Gabriely Borsoi Leite, Jenniffer Pamella Balan, Caroline Mendes Santos, Antonio Erlindo Braga Júnior, Ivete Furtado Ribeiro Caldas, Herick Pampolha Huet Bacelar, Tiago Santos Silveira

D.O.I.:

CAPÍTULO 15107

Exames laboratoriais no diagnóstico de meningites

Evelly David Goncalves, Victoria Nunes dos Santos Silva, Caroline Mendes Santos, Ivete Furtado Ribeiro Caldas, George Alberto da Silva Dias

D.O.I.:

CAPÍTULO 16113

Exames laboratoriais e de imagem no diagnóstico de doenças respiratórias pediátricas

Jamille Cristina Conceição Santos, Liana Pillar Lima do Patrocínio, Lorena de Oliveira Tanus, Luciana Ferreira Vidal, Caroline Mendes Santos, Ivete Furtado Ribeiro Caldas

SEÇÃO I

LABORATÓRIO CLÍNICO: IMPORTÂNCIA E PAPEL NOS EXAMES PRÉ-OPERATÓRIOS



Capítulo 1

História dos exames laboratoriais

Catarine Mendes Santos
Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução

O Laboratório de Análises Clínicas (LAC) é reconhecido como um local capacitado para a realização de exames laboratoriais a partir de amostras biológicas. Os procedimentos técnicos fornecidos pelo LAC são divididos em diversos setores, tais como bioquímica, imunologia, urinálise, hematologia, histologia, microbiologia dentre outras (Barbosa; Mansoul, 2018). Sendo assim, seu objetivo cerne no apoio a conduta diagnóstica, prognóstica, terapêutica e preventiva do paciente, a partir de resultados fidedignos e metodologias apropriadas para a correta análise (Barbosa; Mansoul, 2018; Pessoa; Rios, 2022).

O LAC opera com três tipos de fases laboratoriais. A fase pré-analítica corresponde às etapas anteriores à análise da amostra, a qual inclui a requisição do exame pelo profissional de saúde, preparação e identificação do paciente, coleta e transporte do material biológico. A fase analítica é caracterizada pela realização dos procedimentos analíticos e interpretação do resultado. Por fim, a última etapa é denominada de pós-analítica, no qual o resultado é transcrito e o laudo é entregue ao paciente (Aragão; Araujo, 2019).

Apesar das fases pré-analítica, analítica e pós-analítica serem fundamentais para o funcionamento operacional de um laboratório de análises clínicas, a consolidação e padronização dessas etapas demandou tempo e aperfeiçoamento. Neste capítulo, analisaremos a história dos exames laboratoriais desde a história antiga até a contemporaneidade, transpassando seus avanços e novas perspectivas.

Os primórdios dos exames laboratoriais: “por que esta urina é doce?”

Há aproximadamente 6.000 anos atrás surgia o primeiro exame da medicina laboratorial capaz de contribuir para o diagnóstico de doenças: a uroscopia. A análise da urina foi gravada em tabletas de argila pelos povos babilônios e sumérios há cerca de 4.000 a.C., no qual eram verificados a coloração, o volume e a aparência da urina. Em algumas culturas como a hindu, o sabor da urina e sua capacidade em atrair formigas eram relatadas em alguns indivíduos. Neste período, porém, a relação entre os achados nos fluidos corporais e a patologia humana ainda eram pouco compreendidos (Neufeld, 2022a).

Um dos primeiros relatos de associação entre a análise macroscópica da urina e a clínica do paciente (pulso, voz, pele e aparência dos olhos) ocorreu por meio da medicina indiana antiga. Já no século I a.C., o importante pensador Hipócrates relacionava a urina a um produto filtrado de humores e oriundo dos rins. Posteriormente, Galeno de Pérgamo (129-216 d.C.) defendeu que o resultado da urina era na verdade oriundo do filtrado do sangue (Neufeld, 2022a).

Os princípios dos exames laboratoriais na Idade Média

Na Idade Média, estudiosos relataram métodos (ainda primitivos) de análise de materiais biológicos. Na urologia, por exemplo, Theophilus Protospatharius (século VII d.C.) escreveu o livro *De Urinóis*, no qual idealizou a primeira técnica laboratorial ao indicar o aquecimento da urina para fins analíticos, além de descrever avaliações macroscópicas da urina e suas associações patológicas. Posteriormente, Giles de Corbeil descreveria em seu livro *Liber de Urinis*, 20 tipos diferentes de urina e suas possíveis doenças correlacionadas



(Neufeld, 2022b).

Além de procedimentos analíticos, estudiosos relataram atenção aos cuidados pré-analíticos. Ismail Ail-Jurjani, médico persa, descreveu em seu livro *Zahira-i Khorezm-shahi* instruções acerca do método de coleta da urina, o qual citava a necessidade de armazená-la durante 24 horas em um recipiente limpo, sem incidência direta do sol e calor. Outro avanço deste período foi a publicação do livro *Fasciculus Medicinae* (1491), o qual descreve, dentre outras gravuras médicas, um diagrama do sistema circulatório para fins de flebotomia (Neufeld, 2022b).

Por certo período, a uroscopia foi amplamente utilizada como ferramenta auxiliadora no diagnóstico de patologias, em razão da facilidade do procedimento de coleta e praticidade. Estas características, no entanto, atraíram centenas de enganadores, os quais deturpam o embasamento científico para outros fins, como a uromancia (adivinhação do futuro pela urina) e identificação de bruxas. Logo, a urinálise foi questionada e até desacreditada cientificamente (Neufeld, 2022b).

O pensamento da Idade Moderna frente aos exames laboratoriais

O uso do microscópio como ferramenta de estudo e curiosidade foi fundamental para o desenvolvimento da medicina laboratorial. Na urinálise, por exemplo, a evolução da microscopia permitiu em 1630 a primeira visualização de cristais de cálculos renais pelo astrônomo francês Nicolas-Claude Fabri de Peiresc, possivelmente de ácido úrico ou oxalatos de cálcio. Apesar de outros estudiosos como Anton van Leeuwenhoek e Georg Hann também descreverem cristais na urina, outros relevantes elementos urinários foram deixados à parte das análises (Neufeld, 2022c).

Ainda que as análises microscópicas tenham sido o ponto de início para futuros exames laboratoriais, grandes limitações impossibilitaram a descoberta de maiores achados e correlações clínicas, como a baixa resolução e formação de artefatos. O processo de consolidação da microscopia como ferramenta para o apoio diagnóstico necessitou progredir de acordo com o aperfeiçoamento técnico dos microscópios. Neste contexto, a microscopia urinária só seria reconhecida internacionalmente como auxiliadora na busca diagnóstica cerca de duzentos anos após a descoberta do microscópio (Neufeld, 2022c).

A contemporaneidade e o advento da automação nas análises clínicas

Ao final do século XVIII, o crescente número de hospitais universitários franceses tornou propício o estudo e desenvolvimento de novas ferramentas que auxiliassem no diagnóstico médico. Neste contexto, surgiram os laboratórios clínicos, isto é, um ambiente laboratorial criado para atender a demanda hospitalar, a fim de oferecer assistência diagnóstica (Büttner, 1992).

Os exames laboratoriais realizados nos primeiros laboratórios clínicos do século XIX eram simples e careciam de um ambiente isolado. A verificação de “albuminúria”, por exemplo, era analisada a partir de uma “vela e uma colher de chá”. Dentre os hospitais da época destaca-se o Guy’s Hospital, local onde eram realizados procedimentos de medicina laboratorial nos leitos dos pacientes. Apesar dos avanços, foi apenas em 1842 que se inaugurou um ambiente isolado e especializado em análise laboratorial para fim diagnóstico, denominado de “laboratório de pesquisa”. Ao final do século XIX, os laboratórios clínicos já possuíam grande notoriedade e institucionalização independente nos hospitais de alguns países, como a Alemanha (Büttner, 1992).

A partir da década de 50, os avanços tecnológicos na medicina laboratorial e a crescente competitividade no mercado das análises clínicas induziram ao processo de automação e aumento no rigor de qualidade em todas as fases do processamento de exames (pré-analíticas, analíticas e pós-analíticas). Tais mudanças permitiram maior agilidade e produtividade, além de minimizar as chances de erros humanos cometidos por meio de ações manuais (Aragão; Araujo, 2019).

A automação é hoje uma ferramenta fundamental para a rotina de diferentes exames laboratoriais. O hemograma, por exemplo, é reconhecido como um dos testes mais solicitados nas atividades clínicas e cirúrgicas, pois nele é possível quantificar e avaliar a linhagem linfóide e mielóide a partir de uma amostra de sangue periférico. A inclusão dos primeiros contadores semiautomáticos de células dentre as décadas de 50 e 60 marcou o início da evolução tecnológica dos hemogramas, seguida da contagem plaquetária automatizada na década de 70 e leitura diferencial automatizada de leucócitos por volta de 1980. Desde então, novos parâmetros foram incluídos ou aperfeiçoados no hemograma, contribuindo para resultados de maior qualidade e relevância clínica (Grotto, 2009).

A nova era da gestão de qualidade para o funcionamento laboratorial

Além do grande avanço tecnológico, a década de 50 também foi marcada pelo crescente interesse do mercado em suprir a demanda do consumidor em adquirir produtos de qualidade. Somado a anos de evolução e ao aumento na competitividade do mercado, houve a necessidade em se estabelecer uma gestão de qualidade no processamento de serviços, a fim de manter a garantia do produto e padronizar sua produção (Santos, 2021; Pessoa; Rios, 2022).

No setor clínico laboratorial, é estabelecido que os requisitos de qualidade sejam mantidos por meio de controles internos e externos, sobretudo na fase analítica. O controle interno de qualidade corresponde a avaliação rotineira dos exames, no qual o resultado das amostras controle é julgado de acordo com os intervalos preestabelecidos (Silva; Beretta, 2022).

No controle externo, por sua vez, são escolhidos Ensaio de Proficiência (EP) realizados por instituições como o Programa Nacional de Controle de Qualidade (PNCQ) e CONTROLLAB. Nestes processos, são enviadas amostras com dosagem desconhecida de analitos para a análise pelo laboratório em um processo semelhante às demais amostras da rotina laboratorial. O resultado é então reportado aos organizadores e comparado entre outros laboratórios do programa (Silva; Beretta, 2022; Pessoa; Rios, 2022).

No setor da medicina laboratorial brasileira, a Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML) apresentou grande destaque nacional ao implantar, em 1977, o Programa de Excelência de Laboratórios Médicos (PELM). Este tinha como objetivo realizar o controle interno e externo de qualidade, a fim de garantir continuamente o aperfeiçoamento dos procedimentos laboratoriais (Santos, 2021).

A competitividade do mercado também favoreceu na busca por Acreditação e Certificação. A acreditação dos laboratórios clínicos é um processo de medição de qualidade dos serviços oferecidos, de modo periódico e voluntário. Dessa forma, a empresa ou instituição recebe auditorias e avaliações acerca dos padrões estabelecidos para a manutenção do laboratório com qualidade e eficiência (Pessoa; Rios, 2022).

O laboratório favorecido com o certificado de acreditação apresenta redução de custos, aumento da produtividade e maior visibilidade no mercado. Entretanto, a acreditação



ainda não é a realidade da maioria dos laboratórios brasileiros de análises clínicas, pois tende a ser um processo custoso e trabalhoso, além de não ser vitalício (Pessoa; Rios, 2022).

Os princípios dos exames laboratoriais tiveram início ainda na Idade Antiga, a partir da correlação entre a urina e patologias associadas. Apesar da uroscopia se consolidar na Idade Média, muitas pessoas deturpavam seus princípios, fazendo com que a análise da urina fosse desacreditada. Na Idade Moderna, porém, retomaram-se os estudos acerca deste fluido, sendo melhor analisado a partir da contemporaneidade por meio da microscopia. Assim como a avaliação da urina como auxiliar no processo diagnóstico, outras técnicas também sofreram evolução ao longo da história. Atualmente, os laboratórios de análises clínicas operam com grande automação, eficiência e rigor de qualidade, a fim de garantir a oferta dos serviços com excelência e se destacar no mercado competitivo.

Exercícios de fixação

1. Qual foi o primeiro exame laboratorial conhecido?
2. Quais as três fases de processamento dos exames laboratoriais?
3. Qual a necessidade de haver uma forte gestão da qualidade nos laboratórios clínicos?

Referências

ARAGÃO, D. P.; ARAUJO, R. M. L. Orientação ao paciente antes da realização de exames laboratoriais. **RBAC**, 2019, V. 51, p. 98-102. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/11/1024818/rbac-vol-51-2-2019-ref-759.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

BARBOSA, L. O.; MANSOUL, S. N. Projeto de implantação da gestão da qualidade com base na norma PALC e metodologia ONA em um laboratório de análises clínicas. **RBAC**, V. 50, p. 365-370, 2018. Disponível em: <https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2019/04/RBAC-vol-50-4-2018-ref-701.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2024.

BÜTTNER, J. The Origin of Clinical Laboratories. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem*, V. 30, p. 585-593, 1992. Disponível em: <https://d-nb.info/1207641758/34>. Acesso em: 12 mar. 2023.

GROTTO, H. Z. W. O hemograma: importância para a interpretação da biópsia. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter**, V. 31, p. 178-182, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbhh/a/WndYGbb6XKzMTHnKCQygXTS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 mar. 2024.

NEUFELD, P. M. A história do exame de urina: Idade antiga. **RBAC**, V. 54, p. 6-7, 2022a. Disponível em: https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2022/09/RBAC-vol-54-1-2022_editorial_rev2.pdf. Acesso em: 11 mar. 2024.

NEUFELD, P. M. A história do exame de urina: Idade média. **RBAC**, V. 54, p. 101-104, 2022b. Disponível em: https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2022/11/RBAC-vol-54-2-2022_editorial.pdf. Acesso em: 11 mar. 2024.

NEUFELD, P. M. A história do exame de urina: Idade moderna. **RBAC**, V. 54, p. 337-342, 2022c. Disponível em: https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2023/04/RBAC-v54-4-2022_editorial.pdf. Acesso em: 11 mar. 2024.

PESSOA, V. R. A.; RIOS, D. R. A. Acreditação e certificação nos laboratórios clínicos no Brasil: um panorama atual. **Brazilian Journal of Health and Pharmacy**, V. 4, p. 10-24. Disponível em: <https://www.bjhp.crfmg.org.br/crfmg/article/view/175/111>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SANTOS, A. S. R. Redução do consumo dos insumos com automatização da máquina de bioquímica em um laboratório de análises clínicas. **RECIMA21**, V. 2, p. 1- 11, 2021. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/904/732>. Acesso em: 11 mar. 2024.

SILVA, B. K; BERETTA, A. L. R. A qualidade em laboratório de análises clínicas para efetividade terapêutica:

revisão de literatura. **RBAC**, V. 54, p. 79-382, 2022. Disponível em: https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2023/04/RBAC-v54-4-2022_artigo05.pdf. Acesso em: 11 mar. 2024.



Capítulo 2

Interferentes dos exames laboratoriais

**Gabriela Borba Freire
Játila Gomes Cavalcante,
Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas**

Introdução

Os exames laboratoriais visam fornecer resultados precisos de parâmetros normais ou patológicos, possibilitando a obtenção de informações úteis para diagnósticos, avaliação da gravidade de patologias, orientação de tratamentos adequados e monitoramento da eficácia do tratamento utilizado (Ramos *et al.*, 2020). Estando, portanto, intrinsecamente ligados a assistência à saúde (Oliveira; Silva, 2022).

No entanto, a obtenção de resultados confiáveis necessita de processos bem regulados e esclarecidos. A execução de exames laboratoriais segue um processo dividido em três fases essenciais: pré-analítica, analítica e pós-analítica. Cada uma dessas etapas desempenha um papel crucial na obtenção de resultados precisos e confiáveis, contribuindo diretamente para decisões clínicas na área da saúde (Souza *et al.*, 2022).

O destaque de interferentes de exames laboratoriais está na fase pré-analítica, na qual compreende desde a indicação do exame até a análise dos padrões de aceitação e rejeição das amostras biológicas. Inclui ações como o cadastro do paciente, transmissão de instruções específicas de preparo, coleta, identificação, armazenamento, acondicionamento, transporte e recebimento das amostras. A complexidade dessas atividades, o contato com diversos profissionais aliada à falta de automação em alguns processos, contribui para a alta frequência de erros (Oliveira; Silva, 2022).

As fases pré e pós analítica referem-se a etapas que não dependem diretamente do laboratório, como a escolha de exames pelo médico, preparo do paciente, coleta e interpretação do laudo (Oliveira; Silva, 2022). E a fase analítica ligada ao processamento de amostras e a realização dos exames *in situ* (Souza *et al.*, 2022). Porém, especialmente ao lidar com crianças, uma boa orientação para a mãe ou cuidador referente a necessidade de diversos testes laboratoriais pode ser considerado um interferente, visto que o próprio paciente não é responsável por si e o não cumprimento do preparo correto para realização dos exames acarretam um comprometimento nos resultados. Outro fator a se considerar no âmbito dos pacientes pediátricos são as características fisiológicas e metabólicas distintas dos adultos (Rodrigues *et al.*, 2019).

Exames laboratoriais: quais fatores podem afetá-los?

Os exames laboratoriais realizados em pediatria são essenciais para avaliar a saúde do bebê, da criança e do adolescente, identificar possíveis condições médicas e garantir que intervenções adequadas sejam tomadas, se necessário. Contudo, o preparo anterior a estes exames e o correto processamento das amostras biológicas garantem a correta análise e interpretação de resultados, o que diminui a ocorrência de falsos positivos e negativos, bem como garante uma melhor avaliação pré-cirúrgica (SBPC/ML, 2018).

Dentre as principais alterações pré-analíticas em exames laboratoriais, temos: hemólise, uso de medicamentos e lipemia (Boechat; Menezes, 2021).

Hemólise

A hemólise configura a destruição dos glóbulos vermelhos e consequente liberação da hemoglobina no plasma, sendo este um dos interferentes mais comuns e críticos em



exames laboratoriais. Ela pode ocorrer devido a diversas causas, como distúrbios hematológicos, condições médicas, ou até mesmo devido a erros durante o processo de coleta. Para evitar tais erros, faz-se essencial que a equipe de saúde envolvida na realização de exames laboratoriais compreenda as causas e consequências da hemólise (SBPC/ML, 2018).

A hemólise pode ser classificada em dois tipos principais, de acordo com a origem: intravascular (ocorre dentro dos vasos sanguíneos) ou extravascular (ocorre no baço e no fígado com a destruição de hemácias senescentes). De acordo com as recomendações da SBPC/ML, a hemólise pode ser causada por uma série de fatores, tanto biológicos quanto técnicos, sendo esses últimos particularmente relevantes no contexto de exames laboratoriais. Dentre os fatores biológicos para ocorrência de hemólise, destacam-se os distúrbios hematológicos, como anemias hemolíticas autoimunes ou hereditárias. Além disso, condições como infecções graves ou reações transfusionais também são causas comuns de hemólise, especialmente a hemólise intravascular, onde a destruição dos glóbulos vermelhos ocorre diretamente na corrente sanguínea (SBPC/ML, 2018).

Quanto aos fatores técnicos que podem favorecer o surgimento da hemólise, pode-se citar o uso inadequado de agulhas de calibres grandes, uso do torniquete por tempo superior a um minuto, homogeneização incorreta do sangue após a coleta, aquecimento excessivo das amostras durante o processamento ou até velocidade de centrifugação superior a recomendada para cada tipo de exame laboratorial (SBPC/ML, 2018; Boechat; Menezes, 2021).

Uma vez que a hemólise ocorre em amostras de sangue, a precisão dos resultados laboratoriais pode estar comprometida. A liberação de hemoglobina no plasma ou no soro altera a cor da amostra, que pode ficar avermelhada, o que dificulta a leitura e a realização de muitos ensaios laboratoriais, sobretudo aqueles realizados por métodos colorimétricos. Em termos de interferência nos testes, a hemólise pode afetar a dosagem de diversas substâncias no sangue, como potássio, lactato desidrogenase, bilirrubina e fosfatase alcalina, bem como pode afetar os exames de coagulação, o que pode conduzir a resultados falsos ou imprecisos (SBPC/ML, 2018; Boechat; Menezes, 2021).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Análises Clínicas/Medicina Laboratorial (2021), algumas medidas para redução da hemólise são: escolha correta da agulha para punção, que deve ser condizente com o calibre da veia de cada paciente, evitar garroteamento prolongado (acima de 1 minuto), homogeneizar os tubos com delicadeza e seguir as normas de temperatura para transporte de amostras. Ademais, é imprescindível que a equipe laboratorial receba atualizações constantes para que seja capaz de reconhecer e evitar as principais causas de hemólise.

Lipemia

A lipemia caracteriza-se pelo aumento dos triglicerídeos no soro ou plasma e provoca uma aparência turva no soro, aparência esta que pode ser classificada em graus de lipemia (amostra ligeiramente lipêmica, lipêmica, extremamente lipêmica). As causas da lipemia podem envolver uma dieta rica em gorduras, dislipidemias, diabetes descompensada, pancreatite, nutrição parenteral, entre outros. Devido a maior turbidez, amostras lipêmicas podem comprometer a precisão de vários testes laboratoriais, incluindo exames pré-cirúrgicos (Streck; Wessler; Rigoni, 2023).

A lipemia pode interferir nos exames laboratoriais de duas formas principais: interferência óptica e química. O aumento dos triglicerídeos no sangue causa a turbidez das

amostras, o que pode dificultar a leitura de determinados parâmetros laboratoriais, como a dosagem de substâncias em exames bioquímicos e hematológicos. Além disso, as partículas lipídicas no plasma podem interferir nas reações químicas durante a análise de certos testes, alterando os resultados de maneira significativa (Streck; Wessler; Rigoni, 2023; SBPC/ML, 2018).

No caso do hemograma, um importante exame de avaliação pré-cirúrgica, a presença de lipídios no plasma pode causar falso aumento da concentração de hemoglobina e do hematócrito, resultando em erros na avaliação do estado de oxigenação do paciente. Exames que dependem da metodologia de espectrofotometria, como a maior parte dos exames bioquímicos de rotina, também podem ser afetados pela lipemia, uma vez que esta gera alterações na turbidez da amostra (Streck; Wessler; Rigoni, 2023). Exemplos de exames que podem ser afetados por amostras lipêmicas são: glicemia, eletrólitos, colesterol total e frações, triglicerídeos, creatinina, ureia, etc. (SBPC/ML, 2018)

Para minimizar os efeitos da lipemia recomenda-se que a coleta das amostras seja realizada após um jejum adequado, que deve ser informado pelo médico ou profissional responsável pela solicitação dos exames. Ademais, pode-se utilizar diluição da amostra com solução fisiológica 0,9% para corrigir as alterações geradas pela lipemia (Streck; Wessler; Rigoni, 2023; SBPC/ML, 2018).

Uso de medicamentos

O uso de medicamentos antes da coleta de exames laboratoriais configura um desafio para a interpretação dos resultados, uma vez que a grande maioria dos medicamentos é capaz de induzir alterações que afetam as análises biológicas. O ideal seria realizar a coleta antes do início da medicação ou certo período após o uso. Para o caso de medicações de uso contínuo, o laboratório deve registrar os medicamentos e doses que o paciente utiliza para que a análise dos exames seja feita à luz desta informação. Ressalta-se que a suspensão de qualquer medicamento fica a cargo da equipe médica que acompanha o quadro do paciente (Souza; Mendes; Araujo, 2022; SBPC/ML, 2018).

Um dos exemplos mais frequentemente citado é o uso de anti-hipertensivos, que podem conferir um falso aumento as dosagens de triglicerídeos, cálcio, glicose, ácido úrico, etc. O uso de antibióticos pode gerar aumento falseado da glicemia, além de induzir baixas contagens microbianas em exames de cultura. Medicações diuréticas alteram as dosagens de diversos exames bioquímicos, incluindo ureia, creatinina, ácido úrico, sódio, potássio, entre outros. De modo geral, quase todas as medicações podem induzir alterações nos exames, sejam elas por interferência química endógena ou fotométrica (Souza; Mendes; Araujo, 2022; SBPC/ML, 2018).

Ressalta-se que, a interação entre medicamentos pode intensificar a interferência nos exames. Pacientes que utilizam múltiplos fármacos frequentemente experimentam interações medicamentosas que afetam a absorção, distribuição, metabolismo e excreção de substâncias no organismo, alterando os parâmetros fisiológicos avaliados nos testes laboratoriais. Alterações no funcionamento dos sistemas renal, digestório e hepático também podem gerar alterações, uma vez que geram variações no modo como o organismo do paciente metaboliza e excreta as medicações (Souza; Mendes; Araujo, 2022).



Exercícios de fixação

1. Porque a maioria dos erros laboratoriais ocorre na fase pré-analítica?
2. O que caracteriza a hemólise?
3. Quais exames laboratoriais a hemólise pode afetar?
4. Quais fatores podem gerar lipemia?
5. O laboratório deve recomendar a suspensão de algum medicamento utilizado pelo paciente?

Referências

BOECHAT, Natalia Gomes; MENEZES, Patrick. A fase pré-analítica na gestão da qualidade em medicina laboratorial: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Análises Clínicas (RBAC)**. V. 53, n. 4, p. 337-343, 2021. DOI: 10.21877/2448-3877.202102187. Acesso em: 20 mar. 2025.

Emanoel de Abreu; LEITE, Alexandra Laurindo. TESTE DE TRIAGEM NEONATAL: O DIAGNÓSTICO PRECOCE DE DOENÇAS METABÓLICAS E GENÉTICAS. **Revista Ibero-Americana de Humanidades**, Ciências e Educação, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 1649-1660, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i5.5578.

Henrique Soares de; PIRES, Francisco Gustavo Barbosa; ROSA, Francisca Batista; BRITO, Izabelly Linhares Ponte. Neonatal sepsis - microbiological profile and antimicrobial sensitivity in a hospital in the Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 51, p. 46-51, jan. 2019. DOI: 10.21877/2448-3877.201900775.

<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5578>. Acesso em: 02 jan. 2024.

<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5578>. Acesso em: 02 jan. 2024.

MENDES, Isadora Cristina; PINHEIRO, Denise da Silva; REBELO, Ana Cristina Silva; CARNEIRO, Lilian Carla; JESUINO, Rosália Santos Amorim. Aspectos Gerais da Triagem Neonatal no Brasil: Uma Revisão. **Triagem Neonatal**, Minas Gerais, v. 30 e-3008, 8 dez. 2019. DOI dx.doi.org/10.5935/2238-3182.20200019. Disponível em: <https://rmmg.org/artigo/detalhes/2658>. Acesso em: 27 dez. 2023.

OLIVEIRA, E.V e SOUZA, A.P. A Importância da Realização Precoce do Teste do Pezinho: O Papel do Enfermeiro na Orientação da Triagem Neonatal. (2019). **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**. Id on Line Rev. Psic. V.11, N. 35. Maio. DOI: <https://doi.org/10.14295/idonline.v11i35.742>

RAMOS, L. R.; OLIVEIRA, M. V.; SOUZA, C. L.. Pre-analytical variables evaluation in laboratory tests of patients attended at the Vitória da Conquista Central laboratory, Bahia, Brazil. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 56, p. e1432020, 2020.

SARMENTO JÚNIOR, João de Oliveira; MOREIRA, Jéssica Alves; OLIVEIRA, Pierri

Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML). **Recomendações da sociedade brasileira de patologia clínica/medicina laboratorial (SBPC/ML) : fatores pré-analíticos e interferentes em ensaios laboratoriais**. 1. ed. Barueri [SP]: Manole, 2018. 464 p. ISBN 978-85-7868-359-7. Acesso em: 20 mar. 2025.

SOUZA, C. L.; MENDES, L. M. L.; ARAUJO, S. N. O. Interferência de medicamentos em exames laboratoriais: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 54, n. 3, p. 235-242, 2022. DOI: 10.21877/2448-3877.202202136 Acesso em 23 mar 2025

STRECK, E.; WESSLER, L. B.; RIGONI, C. C. Correção da interferência causada pela lipemia em amostras de hemograma nas dosagens de hemoglobina e hematócrito. **Revista Inova Saúde**, v. 14 n.1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18616/inova.v14i1.4388>. Acesso em 23 mar 2025.

Capítulo 3

Avaliação pré- cirúrgica em neonatologia e pediatria: o papel dos exames laboratoriais

Querly Oliveira Silva

Caroline Mendes Santos

Jackson Luis Ferreira Cantão

Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho

Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução

A segurança na assistência à saúde diz respeito a não produção de agravos ao paciente durante o atendimento ou realização de procedimentos. Para isso, faz-se necessário uma equipe capacitada, protocolos e métodos que busquem evitar riscos ao paciente (Marquioni *et al.*, 2023). Dentre os protocolos de segurança, tem-se a exigência de uma avaliação pré-anestésica que busca identificar fatores de risco e auxiliar no preparo da equipe para possíveis complicações, contribuindo para uma melhora no prognóstico dos pacientes submetidos a cirurgias. Essa avaliação consiste na história clínica, exame físico e quando necessário, solicitação de exames complementares (Filho; Borges; Barreiro, 2019).

Ao analisar a realização de cirurgias na população pediátrica, percebe-se a necessidade de maior atenção e cautela dos profissionais de saúde com essa população durante o período perioperatório, em virtude dos desafios únicos a serem enfrentados durante o procedimento, desde a anatomia em constante desenvolvimento até a resposta fisiológica diferenciada, que pode influenciar nos desfechos pós-cirúrgicos (Santos; Siqueira; Silva, 2023). Os desafios são ainda maiores quando restringimos a análise para as cirurgias em neonatos, visto que a maioria dos recém-nascidos que necessitam desses procedimentos possuem comorbidades e fatores de riscos, como a prematuridade e baixo peso, que predis põe a desfechos ruins pós cirúrgicos (De Andrade *et al.*, 2023).

Baseado nos fatos expostos a proposta do presente capítulo é reunir dados gerais acerca do papel dos exames laboratoriais na avaliação pré-operatória no contexto da pediatria.

Exames laboratoriais pré-operatórios: abordagem geral

Cirurgia segura significa colocar em prática métodos e protocolos que garantam evitar o surgimento de danos ao paciente durante toda a cirurgia e é importante que toda equipe envolvida com a assistência direta e indireta estejam atualizados, capacitados para evitar riscos ao paciente (Urbano *et al.*, 2023). Sob esse ponto de vista, os testes laboratoriais são inseridos como uma possibilidade de tornar a cirurgia ainda mais segura, contudo questionamentos em relação utilidade e benefício dificultam a implementação e validação dessa prática na avaliação pré-operatória (Noetzold *et al.*, 2022).

Diversos são os exames laboratoriais que fazem parte da avaliação pré-cirúrgica, mas podem ser destacados exames complementares comumente solicitados como hemograma, glicemia, coagulograma, uréia e creatinina (Filho; Borges; Barreiro, 2019). Os valores laboratoriais podem ajudar a avaliar a adequação do paciente para cirurgia e revelar condições sistêmicas potencialmente tratáveis, como anemia e coagulopatias (Dasenbrock; Smith; Robinson, 2019). Porém, ao considerar os pacientes pediátricos faz-se necessário uma análise detalhada em relação a sua aplicabilidade na avaliação pré-operatória para evitar exames laboratoriais desnecessários.

Exames laboratoriais pré-operatórios na pediatria: estudos internacionais e custos envolvidos

Em um estudo, entre os pacientes com idade superior a 2 anos, a prevalência de valo-

res laboratoriais anormais foi baixa, sendo o sódio ≤ 134 ou ≥ 146 mEq/L; nitrogênio ureico no sangue ≤ 4 ou ≥ 26 mg/dl, creatinina $\geq 1,1$ mg/dl; albumina $\leq 3,5$ ou $\geq 5,6$ g/dl, bilirrubina $\geq 1,1$ mg/dl; AST ≥ 61 UI/L; contagem de leucócitos $\leq 3,5$ ou ≥ 15 células $\times 1000$ /ml; hematócrito $< 30\%$; contagem de plaquetas $< 150 \times 1.000$ /ml; INR $> 1,2$; e PTT > 35 segundos (Dasenbrock; Smith; Robinson, 2019).

Em outra pesquisa com um grupo de 477 pacientes neurocirúrgicos pediátricos submetidos a procedimentos eletivos demonstrou valores anormais no hemograma completo, eletrólitos e estudos de coagulação em taxas de aproximadamente 40%, 24% e 25%, respectivamente; no entanto, apenas 3 pacientes tiveram uma mudança no manejo, ou seja, foram identificadas poucas anormalidades que contribuíram pra avaliação pré-operatória e que mudaram de fato o curso cirúrgico entre os neonatos e pacientes pediátricos (Jones *et al.*, 2019). No entanto, a evidências de que a chance de surgimento de alterações aumenta conforme o aumento do número de exames solicitados (Noetzold *et al.*, 2022).

Apesar de existir a possibilidade de obter um resultado fora dos valores padrões por meio da realização de mais exames complementares foi constatado que esses exames não são econômicos e não estão relacionados a qualquer tipo de complicação pós-operatória (Noetzold *et al.*, 2022). Contudo, notou-se que a realização de mais testes pré-operatórios de rotinas, geram custos para o paciente, o hospital e o sistema de saúde (Jones *et al.*, 2019).

Em um estudo realizado com pacientes pediátricos (idades entre 10 e 18 anos) após a realização de tratamento cirúrgico para escoliose idiopática, dados demonstram que o custo estimado de todos os exames laboratoriais por paciente foi de US\$ 116,8 para um custo total de US\$ 27.348, sendo que 81,5% de todos os exames laboratoriais foram considerados desnecessários, por isso se traduziu em um custo externo médio de US\$ 95,27 por paciente (Adams *et al.*, 2019).

Além do impacto financeiro, no estudo de Adams *et al.*, 2019, foi possível perceber que os exames laboratoriais podem sujeitar os pacientes a sofrimento físico e riscos consideráveis. O processo de coleta de sangue é frequentemente um evento que provoca ansiedade para as crianças e seus cuidadores. Além disso, sabe-se que em alguns casos a solicitação de excessiva de exames pode trazer prejuízos para o ato cirúrgico, como naquelas crianças com acesso intravenoso deficiente, as quais podem necessitar de várias tentativas para obter o sangue necessário, especialmente diante da solicitação de vários exames laboratoriais. Sendo assim, essas tentativas podem produzir quantidades insuficientes de sangue para análises laboratoriais e também reduzir locais potenciais para acesso intravenoso se a cirurgia ocorrer nos próximos dias (Jones *et al.*, 2019).

Ao considerar um estudo com anesthesiologistas cardíacos pediátricos, a maioria concordou que poderiam reduzir ou eliminar os estudos laboratoriais pré-operatórios, mas nenhuma instituição realmente fez mudanças na prática (Filho; Borges; Barreiro, 2019). Na pesquisa feita por Jones *et al.*, 2019 a maior parte das instituições consideravam poucos exames laboratoriais como por exemplo o hemograma completo. Apesar das evidências sugerirem que o paradigma atual de testes laboratoriais de rotina devem ser alterados, juntamente com o reconhecimento de que isso não altera o manejo na grande maioria dos casos, muitos de profissionais continuam com essa prática de coleta de sangue pré-operatória. Isso ocorre devido ao medo de que alguma informação ou situação clínica não seja identificada por omissão de algum estudo laboratorial (Jones *et al.*, 2019).

Além disso, o fato da ausência de anesthesiologistas nesse processo, pode contribuir para que uma quantidade maior de exames laboratoriais sejam solicitadas, fato este corroborado pelo estudo de Filho, Borges e Barreiro (2019) que na comparação entre a avaliação pré-cirúrgica realizada por cirurgiões e aquelas realizadas por anesthesiologistas identi-

cou-se que 55% dos exames solicitados não tinham indicação e cerca de 37 pacientes dispensavam a realização de exame complementar devido seu perfil ASA I (American Society of Anesthesiology), uma escala que busca avaliar riscos perioperatórias e que pode auxiliar na decisão acerca da necessidade de estudos laboratoriais.

Dessa forma, é possível perceber que os exames pré-operatórios não devem ser prescritos de forma indiscriminada, mas tendo o objetivo de orientar e otimizar o cuidado pré-operatório com base em história clínica, exame físico e tamanho da cirurgia, com a finalidade de trazer maior segurança ao paciente (Noetzold *et al.*, 2022). Portanto, quando se trata do paciente pediátrico que será submetido a um procedimento, percebe-se que uma avaliação do cirurgião e anesthesiologista é extremamente necessária para que ambos avaliem a real necessidade da realização de exames laboratoriais.

Exercícios de fixação

1. Porque alguns exames devem ser solicitados antes de procedimentos cirúrgicos?
2. Cite alguns exames que geralmente são solicitados antes de uma cirurgia.
3. Todos os exames pré-operatórios geram mudanças na conduta clínica?
4. Cite algumas formas para garantir a solicitação otimizada de exames laboratoriais pré-operatórios e evitar coletas desnecessárias

Referências

- Adams A. J. et al. Utility of Perioperative Laboratory Tests in Pediatric Patients Undergoing Spinal Fusion for Scoliosis. **Spine deformity**, v. 7, n. 6, p.875-882, 2019
- Dasenbrock, H. H; Smith, T. R; Robinson S. Preoperative laboratory testing before pediatric neurosurgery: an NSQIP-Pediatrics analysis. **Journal of neurosurgery. Pediatrics**, v. 24 n. 1, p. 92-103, 2019.
- De Andrade, A. G. B. et al. Perfil epidemiológico de neonatos submetidos a cirurgias em uma maternidade de Teresina. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 5, p. e7512541498, 2023.
- Filho, G. A.; Borges, H. T. F; Barreiro, R. T. Consulta pre operatória anestésica e seus benefícios. **Revista Caderno de Medicina**, v. 2, n. 1, 2019.
- Jones, S. E. et al. Preoperative Laboratory Studies for Pediatric Cardiac Surgery Patients: A Multi-Institutional Perspective. **International Anesthesia Research Society**, v. 128, n. 5, p. 1051-1054, 2019.
- Marquioni, F. S. N. et al. Cirurgia segura: avaliação da adesão ao checklist em hospital de ensino. **Revista SOBECC**, v. 24, n. 1, p. 22-30, 2019.
- Noetzold, E. A. G. et al. Ações de cuidado no preparo pré-operatório à criança submetida a procedimentos cirúrgicos. **Revista Ciência & Humanização do Hospital de Clínicas de Passo Fundo - RECHHC**, v. 2, n. 1, p. 67-82, 2022.
- Pediatric Safety. BUZZY: because we all need shots that don't hurt! Disponível em: <https://pediatricsafety.net/2021/07/buzzy/>. Acesso em: 20 mar 2025.
- Santos, C. A; Siqueira, D. S; Silva, E. F. Segurança do paciente cirúrgico pediátrico: uma revisão integrativa. **Espaço para a Saúde**, v. 24, e9152023, 2023.
- Urbano, E. M. S. et al. Cirurgia segura: visão dos acompanhantes de pacientes cirúrgicos pediátricos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, e12112239983, 2023.

Capítulo 4

Cuidados na manipulação do paciente neonatal e pediátrico durante a coleta de exames laboratoriais

**Alexia Adriane Santiago Abdon
Francielly de Fátima Araújo da Silva
Helena Beatrice Marinatti da Silva
Jorge Luiz Dutra Junior
Letícia Rodrigues Santiago
Marcelle dos Santos Alusiar
Maria Pietra de Saboya Porpino
Matheus Procópio dos Santos
Lorena de Oliveira Tannus
Ivete Furtado Ribeiro Caldas**

Introdução

Para que a realização de exames laboratoriais seja bem-sucedida, os profissionais envolvidos na coleta, sendo eles enfermeiros, biomédicos e técnicos de enfermagem, devem ter os cuidados necessários durante a fase pré-analítica, uma vez que qualquer erro ou procedimento feito de modo inadequado pode não só comprometer os resultados dos exames, como também a segurança do paciente. Nesse sentido, a manipulação de pacientes pediátricos mostra-se ainda mais desafiadora, uma vez que, nesses casos, é de extrema importância avaliar o nível de dor do local a ser puncionado, o peso, a posição do neonato ou o nível de estresse e agitação de crianças, por exemplo.

Em recém-nascidos, tem-se a punção venosa como uma das melhores opções por ser uma técnica de fácil realização e que provoca menos dor ao paciente. O que dita a necessidade de determinado procedimento laboratorial é a investigação clínica, que busca, por meio de tais exames, a identificação de distúrbios congênitos, metabólicos e ósseos, o acompanhamento do funcionamento de órgãos, a análise do equilíbrio hidroeletrólítico e condições sanguíneas.

A realização da coleta de sangue venoso apresenta alguns riscos e possíveis complicações, tais como o aparecimento de hematomas, a ocorrência de necrose do tecido que circunda o vaso, celulite no tecido subjacente, flebite, tromboflebite, infecção, sepse, infiltrações, sangramentos no local da punção, além da possibilidade de desencadear dor e desconforto no local da coleta. Em relação à punção venosa em neonatos a termo ou prematuros, caso seja coletada grande quantidade de sangue, existe o risco de desenvolvimento de anemia. Além disso, algumas complicações podem surgir pela punção de veias profundas em pacientes pediátricos, como hemorragia, parada cardíaca, trombose venosa, infecções, entre outras.

Cuidados com o paciente

Antes de iniciar a coleta é essencial, primeiramente, verificar a necessidade do procedimento. Em um caso de vários exames serem realizados em um curto intervalo entre eles, é preciso ter cuidado com o volume de sangue coletado diariamente em razão dos riscos de desenvolver anemia. Também é importante fazer a checagem da identidade do paciente, garantindo, assim, o procedimento ou tratamento específico, além de prevenir a ocorrência de erros que possam lesar o paciente.

O procedimento de punção venosa em pacientes pediátricos apresenta as mesmas recomendações utilizadas para exames em adultos. São elas: fazer a coleta antes das refeições principais e, também, antes de praticar qualquer atividade física. Portanto, caso o paciente tenha feito uma caminhada longa ou tenha pedalado por um longo trajeto, é preciso esperar durante alguns minutos antes do exame, de forma que o paciente o faça descansado.

Para a realização do procedimento de forma eficiente, uma dupla de profissionais deve estar presente para que haja a divisão de funções. Dessa forma, enquanto um funcionário fica encarregado da coleta, o outro faz a contenção adequada do paciente. Ademais, é importante se atentar ao posicionamento da criança. Em caso de bebês, deve-se realizar ao enrolamento, deixando exposto apenas o membro que será puncionado, o que permite tanto uma maior organização dos profissionais durante o exame quanto promove confort

to ao bebê.

Outras medidas importantes incluem garantir a privacidade e conversar calmamente com o paciente, não só no caso de adultos, mas também com crianças. Tais ações resultam, geralmente, na redução do estresse do paciente durante o procedimento e configuram-se como uma forma de demonstrar respeito e segurança.

Para além de todos estes aspectos, garantir que a coleta dos exames laboratoriais em neonatos seja menos dolorosa possível é crucial para que o procedimento seja bem-sucedido. Primeiramente, é recomendada a amamentação em torno de cinco minutos antes do início da coleta. Em adição, iniciar o contato pele a pele 15 minutos antes do exame é outra dica para atenuar a dor e o desconforto. Por fim, pouco antes do procedimento, vale oferecer uma solução de água e sacarose ao bebê, colocada na boca por uma seringa. Essa ação deve ser repetida a cada dois minutos até o término da punção ou qualquer outro procedimento doloroso, de forma a apaziguar a dor e promover o máximo de conforto ao paciente.

Ainda em relação à dor, a escolha do local para a coleta também interfere no nível de desconforto sentido pelo paciente. Posto isso, deve-se preferir realizar a punção do membro superior em relação ao membro inferior, isso porque, em bebês, as fibras inibitórias da dor não são tão desenvolvidas nos membros inferiores, o que faz com que a dor no local seja de maior grau e duração.

Coleta biológica: segurança do paciente e dos profissionais

É imprescindível o cuidado com o material durante a coleta de exames laboratoriais em pacientes pediátricos, sobretudo a partir do aperfeiçoamento tecnológico que envolve as técnicas de realização de exames complementares das últimas décadas, responsáveis por aumentar o número de amostras processadas em laboratório. Materiais como soro, sangue, fluidos orgânicos e secreções possuem alto potencial infectante e podem estar contaminados com agentes etiológicos diferentes do objetivo de estudo do profissional.

Assim, algumas ações podem ser adotadas para reduzir a incidência de infecções, como o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), que inclui, no caso do ambiente laboratorial: jaleco, luvas descartáveis, óculos de proteção e pipetas manuais e automáticas. A incorporação de EPI na prática profissional busca reduzir os danos de possíveis acidentes durante a análise das amostras.

Além disso, a manipulação do material coletado necessita de atenção especial para evitar a formação de aerossóis, micropartículas que podem conter microrganismos e permanecer em suspensão no ar por horas. O manuseio de ampolas, frascos e tubos deve ser feito com um pedaço de gaze, utilizando sempre um pedaço para cada material, de modo a prevenir a contaminação cruzada. Após isso, descarta-se imediatamente em uma solução de hipoclorito de sódio a 2%. Equipamentos responsáveis por centrifugar, macerar e agitar amostras não devem ser expostos ao ar atmosférico antes da total parada ou do término da operação.

Dentre os procedimentos que mais causam a contaminação de profissionais de saúde na coleta de exames laboratoriais na neonatologia e na pediatria, está a manipulação de objetos perfurocortantes, devido aos microrganismos presentes no sangue e em fluidos orgânicos. Não é recomendado em hipótese alguma o reencape de agulhas após o uso, devendo estas serem descartadas diretamente dentro de recipientes de paredes rígidas com tampa. O recipiente, contendo solução de hipoclorito de sódio a 2% em volume acima



da metade deste, deve manter o material em imersão total por, no mínimo, 24 horas. Após isso, faz-se a autoclavação do resíduo perfurocortante e, só então, esse material é encaminhado ao lixo hospitalar.

Muito além da coleta de sangue: materiais biológicos passíveis de análise laboratorial

Líquido cefalorraquidiano (LCR)

A punção lombar é realizada com objetivo de coletar o líquido, ou líquido cefalorraquidiano, através da punção da coluna vertebral. O procedimento é feito com objetivos diagnósticos ou terapêuticos, sendo empregado para confirmar a presença de doenças no sistema nervoso central, tais como meningite e hemorragia subaracnóide. Também pode ser ferramenta para a investigação da eficácia da antibioticoterapia e para a drenagem de líquido na hidrocefalia. Pode ser um procedimento contraindicado em pacientes com mielomeningocele e espinha bífida, instabilidade hemodinâmica principalmente se há labilidade ao manuseio, discrasias sanguíneas com sangramento ativo e lesões de pele locais.

A coleta do exame deve ser realizada por um médico, mais frequentemente por anestesistas ou neurologistas, mas todo médico habilitado pode fazer. A equipe de enfermagem é responsável por auxiliá-lo nesse procedimento. A coleta deve ser realizada em uma Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica ou Unidade de Cuidados Intermediários Pediátrica. Para realizar a coleta de LCR, faz-se necessário uma bandeja estéril apropriada para realização de punção lombar, gorro e máscara cirúrgica, par de luvas, gaze, capote, escova para degermação, clorexidina aquosa ou alcoólica, agulha para punção lombar ou a solicitada pelo médico (máximo de diâmetro de 22 gauges), kit de frascos de vidro estéreis e meio de cultura, materiais necessários para analgesia (tópica, subcutânea, oral ou endovenosa). Destaca-se que todos os materiais precisam ser estéreis.

Antes do início da punção, deve-se explicar o procedimento ao acompanhante, se este estiver presente. Posteriormente, deve ser realizada a higienização dos antebraços e mãos e organização do material necessário na mesa auxiliar para a coleta, removendo os recipientes esterilizados e o meio de cultura da geladeira e vestindo-se com touca e máscara cirúrgica. Deve-se conversar calmamente com o recém-nascido sobre o procedimento, o que diminui os níveis de estresse e demonstra respeito para com o paciente. O leito deve ser posicionado em 180°, abaixando sua cabeceira. O bebê deve ser posicionado, com a fralda aberta, em decúbito lateral esquerdo, flexionando membros inferiores em direção à região torácica. A partir deste ponto o médico deverá: realizar a antisepsia do local a ser puncionado, colocação do campo estéril, punção ou punções, coleta do líquido, retirada da agulha, hemostasia e realização de curativo. Após o curativo, pode-se considerar o uso de medidas não medicamentosas para o alívio da dor. O paciente deve permanecer em posição horizontal por uma hora, juntamente com a monitorização, para observar sinais de desconforto e verificar a área onde a punção foi realizada. O material coletado deve ser enviado imediatamente para o laboratório, devidamente identificado pelo profissional que realizou a coleta.

Urina

Os métodos disponíveis atualmente para coleta de urina em crianças incluem os métodos invasivos e não invasivos. Os métodos não invasivos devem ser a primeira escolha,

dado que o uso de tais métodos pode reduzir a necessidade de procedimentos dolorosos, ao mesmo tempo em que fornece uma amostra adequada para análise e cultura de urina. Quando não for possível utilizar métodos não invasivos, utilizar amostras de cateterização ou aspiração suprapúbica (ASP).

A coleta de urina de forma não invasiva envolve o uso de recipientes de coleta ou saco coletor estéril. O recipiente de coleta deve ser utilizado por crianças com controle esfinteriano: antes do procedimento, a criança (ou os responsáveis) deve realizar a higiene íntima e realizar a coleta do jato médio de urina. No caso de bebês ou crianças sem controle esfinteriano, deve-se utilizar o saco coletor estéril, que deve ser fixado nos órgãos genitais da criança e trocado a cada 60 minutos caso a criança não urine. Ressalta-se que urinas coletadas em saco coletor não podem ser utilizadas para realização de urocultura devido ao alto risco de contaminação (Andrade; Cruz; Ilhara, 2020).

A coleta por meio de cateterização vesical deve ser realizada pelo médico ou por um enfermeiro (Resolução COFEN n. 450/2013). Os materiais necessários para realização desta coleta incluem luvas estéreis, protetor absorvente, solução antisséptica (p. ex., iodopovidona, clorexidina) com swabs, bolas de algodão ou compressas de gaze, lubrificante estéril hidrossolúvel (com ou sem lidocaína a 2%), frasco estéril para coleta de amostras de urina, pano para remover a solução antisséptica após o procedimento e um cateter uretral, cujo tamanho varia de acordo com a idade, a saber: neonato (a termo) a 6 meses — 5 a 6 Fr; lactente ou criança pequena — 6 a 8 Fr; criança pré-púbere — 10 a 12 Fr e adolescente — 12 a 14 Fr.

Durante o procedimento, deve-se permitir que um ou ambos os pais ou cuidadores estejam presentes para dar suporte à criança. Pode ser útil pedir que segurem a mão da criança, fornecer um bicho de pelúcia ou utilizar outras técnicas de distração. Às vezes, sedação é necessária. Deve-se colocar o paciente em decúbito dorsal com os quadris confortavelmente abduzidos, joelhos flexionados na posição de sapo (quadris e joelhos parcialmente flexionados, calcanhares sobre o leito, quadris confortavelmente abduzidos). Um assistente deve segurar as pernas ou os joelhos. O protetor absorvente deve ser colocado com o lado plástico para baixo sob a região glútea. Deve-se remover a fralda, se presente, e limpar a área com um pano úmido utilizando água e sabão. Em seguida, secar a área com uma toalha seca, aplicar o lubrificante estéril à extremidade do cateter e colocá-lo no campo estéril. Posteriormente, deve-se saturar as tiras de aplicação, bolas de algodão ou compressas de gaze com iodopovidona; colocar o campo fenestrado estéril sobre a pelve de modo que o pênis permaneça exposto; segurar a haste do pênis com a mão não dominante, manter o pênis perpendicular à parede abdominal e aplicar um leve tração. O prepúcio deve ser retraído o suficiente para visualizar o meato uretral se o paciente não for circuncidado, contudo a retração do prepúcio não deve ser forçada. O profissional deve lembrar-se de segurar as laterais do pênis e não diretamente por baixo, pois a uretra atravessa essa área e é possível comprimi-la, dificultando o avanço do cateter. Em pacientes do sexo feminino, deve-se separar os lábios vaginais com a mão não dominante e, caso seja difícil visualizar o meato, puxar delicadamente a mucosa do intróito vaginal para baixo. Por fim, o responsável pela coleta deve limpar a glândula com tiras de aplicação, compressas de gaze ou bolas de algodão saturadas com iodopovidona. Usar um movimento circular, começando no meato e trabalhando externamente. Se a iodopovidona for utilizada, limpar 3 vezes e deixar a área secar.

Uma vez que a região encontra-se esterilizada e o paciente, posicionado, deve-se segurar o cateter com a mão livre dominante e avançá-lo delicadamente ao longo da uretra, até obter-se a urina. Se o paciente tiver idade suficiente para cooperar, pedir que ele relaxe e respire fundo lentamente enquanto continua aplicando pressão constante. Pode haver



alguma resistência por causa da contração do esfíncter vesical durante a inserção do cateter. Manter uma pressão suave e constante para que o cateter avance quando o esfíncter estiver relaxado. Não se deve empurrar repetidamente nem forçar o cateter. A urina deve fluir livremente para o recipiente de amostra. Caso o volume seja insuficiente, massagear delicadamente o abdome inferior sobre a bexiga (área suprapúbica) pode estimular a dispensação de maior volume. Finalmente, deve-se remover o cateter puxando-o delicadamente.

Líquido pleural

A coleta de líquido pleural deve ocorrer por meio da toracocentese, podendo ser diagnóstica ou terapêutica. O responsável pelo procedimento deve ser um médico com experiência na técnica ou orientado por profissional treinado.

Para realização da coleta de líquido pleural, faz-se necessário o uso dos seguintes materiais: antisséptico, pacote de gaze estéril, pinça para antisepsia, avental descartável, máscara cirúrgica, gorro, luvas estéreis, bandeja de pequena cirurgia ou dissecação venosa, campo cirúrgico estéril, lidocaína 1 ou 2% sem vasoconstritor, seringas de 3, 10 e 20 ml, agulhas 40x12 e 13x4,5, abocath ou Jelco 22, 20, 18 – o calibre e comprimento deve ser selecionado conforme tamanho da criança e espessura estimada da parede torácica – scalp 25, three way, material para obtenção de selo d'água (ampola de água destilada, frasco de água destilada, equipo macrogotas), tubo estéril para coleta de material, micropore e material para curativo.

Para realização do procedimento, o paciente deve estar na posição sentada, com inclinação dos braços sobre apoio à sua frente ou em posição supina, se o paciente não conseguir sentar. A punção em geral é realizada no 7º espaço intercostal na linha axilar posterior. É permitida punção em 1 a 2 espaços intercostais abaixo do nível onde o murmúrio vesicular desaparece na ausculta ou a percussão torna-se maciça, embora a mesma sempre deva ser feita acima da 9ª costela para evitar punção subdiafragmática. Pode-se utilizar ultrassonografia para guiar o local de punção. O procedimento é estéril, utilizando clorexidina ou solução de iodopovidona (PVPI) para assepsia local, e a anestesia local é realizada com lidocaína 1 a 2%, lembrando de entrar com a agulha fazendo pressão negativa na seringa acoplada para evitar injeção de anestésico intravascular. Com o jelco 18 a 22 ou agulha calibrosa conectada à seringa, entrar na pele fazendo pressão negativa na seringa em direção à costela, deslizando sobre a margem superior da costela inferior até o espaço pleural, evitando lesões do feixe neurovascular que se encontra na margem inferior da costela superior. O médico deve ter cuidado para não avançar dentro da cavidade pleural. Se o introdutor for um jelco ou cateter de pigtaill, pode-se avançar a porção plástica e macia do cateter direcionando para baixo. Deve-se conectar uma seringa grande, preferencialmente de 50 mL, retirando fluido para avaliação diagnóstica ou alívio terapêutico. Ao remover a agulha, cobrir imediatamente o local de punção com curativo oclusivo. A radiografia simples de tórax deve ser solicitada para descartar pneumotórax acidental apenas nos casos de pacientes em ventilação mecânica ou exame clínico duvidoso.

Líquido pericárdico

A coleta de líquido pericárdico deve ocorrer por meio da pericardiocentese, podendo ser diagnóstica ou terapêutica. Antes do procedimento, cada criança passa por um ecocar-

diograma usando uma sonda de array setorial padrão para uma primeira avaliação. O local ideal de inserção da agulha (subxifoide, transapical, parasternal) é escolhido com base nessa avaliação, levando em consideração a presença de drenos torácicos, incisão esternal e janelas pulmonares. A escolha da agulha e dos dilatadores é baseada na profundidade necessária para alcançar a efusão. O procedimento deve ser realizado por um médico cardiologista e por especialistas em cuidados de emergência. De preferência, deve-se realizar a coleta na sala de cateterismo cardíaco.

Para realizar a coleta de líquido pericárdico, deve-se utilizar: par de luvas estéreis, avental descartável, gorro, pro-pés, máscara cirúrgica, óculos de proteção, pacote de gaze estéril, cuba pequena para antissepsia, pinça para antissepsia, cuba rim para descarte, clorhexidina, campo fenestrado estéril, equipo de soro e torneira de 3 vias, agulha de aspiração, agulha de infiltração, seringa de 10 mL para anestesia local, lidocaína 1% sem vasoconstritor, kit de cateterismo venoso central, lâmina de bisturi n°11, frasco milimetrado para medida de volume, monitor com ECG e material para curativo oclusivo.

Desde que não haja contraindicação, deve-se promover sedação e/ou analgesia. A monitoração cardíaca deve ser contínua. Se possível, puncionar usando como guia o ecocardiograma. O paciente deve ser colocado em posição Trendelenburg 30°. O operador fica ao pé do paciente ou ao lado direito do paciente (o lado esquerdo pode ser considerado para dextrocardia). Após paramentação, deve ser realizada a antissepsia rapidamente em uma ampla área da parede torácica anterior do paciente e na área abdominal superior com clorhexidina ou PVPI. A anestesia deve ser feita com lidocaína 1% no local da punção.

Usando uma sonda linear de alta densidade em um plano de eixo longo, é escolhido o caminho ideal para drenagem. A identificação das seguintes estruturas é fundamental para evitar complicações: cavidade peritoneal, fígado, costelas, pulmão e miocárdio. O caminho ideal que melhor evita trauma a essas estruturas é escolhido. Um único operador segura a sonda na mão não dominante enquanto avança a agulha com a mão oposta através do tecido mole. A agulha deve perfurar a pele, em ângulo de 30° a 45° até obter fluido pericárdico. Um observador ajusta o brilho e a profundidade da imagem e captura digitalmente as imagens. Ao avançar a agulha, deve-se monitorar o traçado eletrocardiográfico. O médico operador então interrompe o avanço da agulha e verifica o dreno de fluido. Depois que está no local correto, a agulha deve ser fixada ao lado da pele para evitar que avance mais do que o necessário e possivelmente perfure ou lesione o coração ou um vaso coronário. Uma vez que a agulha esteja devidamente orientada para remover o fluido, conectá-la a seringa com um equipo ou sistema de drenagem na torneira de 3 vias; isso permitirá a drenagem contínua do derrame pericárdico, sem movimentação da agulha. Após a retirada do cateter deve-se fazer um curativo compressivo sobre o local. Recomenda-se realizar uma ecografia após o procedimento para verificar se a função cardíaca está adequada. Realizar uma radiografia de tórax no paciente para afastar e identificar complicações como um derrame pleural ou pneumotórax.

Líquido intraperitoneal

A coleta de líquido intraperitoneal deve ocorrer por meio da paracentese abdominal, podendo ser diagnóstica ou terapêutica. O responsável pelo procedimento deve ser um médico com experiência na técnica ou orientado por profissional treinado. Para realização deste tipo de coleta, faz-se necessário os seguintes materiais: antisséptico (preferência por soluções alcoólicas à base de clorhexidina), avental estéril de mangas compridas, gorro, máscara, óculos de proteção, luvas estéreis, campos cirúrgicos estéreis, anestésico local,



agulhas estéreis para aspiração de soluções e administração de anestésico local, seringas estéreis descartáveis, torneira de 3 vias, dispositivo tipo cateter de acesso venoso periférico, equipo estéril usual de infusão de fluidos intravenosos do tipo macrogota, frascos de vidro a vácuo para coleta de material, tubos adequados para coleta de material para análise e material para curativo.

O paciente deve ser colocado em posição supina com elevação de 30° a 45°. Deve-se realizar a assepsia da parede abdominal com clorhexidina ou PVPI e determinar um dos locais de inserção da agulha (linha média a 2 cm abaixo do umbigo ou flanco esquerdo lateralmente ao músculo reto abdominal). Usando a técnica do trajeto em Z (esticar a pele 1 a 2 cm caudalmente ao ponto de inserção da agulha), deve-se inserir um jelco 16 a 22, acoplado a uma seringa. Aplicando pressão negativa na seringa, deve-se apontar o cateter em direção cefálica e um ângulo de 45° da pele, enquanto a outra mão traciona, mantendo trajeto em Z. Lentamente, avançar a agulha mantendo aspiração leve. Quando o fluido aparecer na seringa, remover o introdutor e deixar apenas o cateter na posição intraperitoneal (se na seringa houver ar aspirado, retirar a agulha e reiniciar o procedimento com material estéril, pois provavelmente houve penetração em víscera oca). Conectar um equipo de soro e aspirar lentamente até atingir a quantidade determinada. Ao retirar o cateter, cobrir com curativo oclusivo.

Secreção ocular

Tem como objetivo a identificação de vírus e bactérias nos olhos do paciente. A coleta pode ser realizada pela equipe de enfermagem. Para obtenção da secreção ocular, faz-se necessário o uso de cotonete de swab com meio de cultura, luvas de procedimento e solução fisiológica 0,9%.

Antes de iniciar o procedimento, deve-se reunir o material que será utilizado, higienizar as mãos e vestir as luvas de procedimento. Posteriormente, retire o swab do frasco de cultura, sempre tomando cuidado para não haja contaminação com o meio, e passe delicadamente o swab no olho que apresenta secreção, coletando o máximo possível dela. Dispor o cotonete de swab com secreção novamente no frasco com meio de cultura. Identificar o frasco com os dados necessários do paciente e enviar para o laboratório.

Exercícios de fixação

1. Cite pelo menos três formas de reduzir os riscos de contaminação e acidentes durante a manipulação de materiais perfurocortantes no setor de coleta biológica.
2. Quais são os métodos invasivos e não invasivos para coleta de ruína em pacientes pediátricos?
3. Qual objetivo da coleta de secreção ocular?

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RDC nº 36, de 25 de julho de 2013**. Institui ações para a segurança do paciente em serviços de saúde. Brasília: ANVISA, 2013.
- ANDRADE, O. V. B.; CRUZ, N. A.; ILHARA, F. O. O exame de urina I e a importância de sua interpretação. **Sociedade de Pediatria de São Paulo**. 2020. Disponível em: <tps://www.spssp.org.br/PDF/SPSP-DC%20Nefro-Exame%20de%20urina-07.10.2020.pdf>. Acesso em: 18 mar 2025
- BOON, Hanne Ann et al. Outpatient urine collection methods for paediatric urinary tract infections: Systematic review of diagnostic accuracy studies. **Acta paediatrica**, [s. l.], dev. 2021 DOI: <https://doi.org/10.1111/apa.16027>.
- BRASIL, Secretaria de Estado da Saúde, Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins. **Manual de coleta, acondicionamento e transporte de amostras biológicas**. Palmas, 2019.
- BRASIL. Secretaria do Estado de Saúde, Diretoria de Enfermagem, Gerência de Serviços de Enfermagem Obstétrica e Neonatal. **Manual de Assistência de Enfermagem Neonatal: CADERNO 1**. Brasília, 2021.
- CLARK, Stephen T et al. Comparison of PLANE Technique versus Standard Echocardiography Guidance for Pediatric Pericardiocentesis. **Journal of pediatric intensive care**, Stuttgart, out. 2021 DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1736213>.
- FERNANDES, R.; DE SOUSA, R. V.; FLORENTINO, T.; MOSCOVITS, J.; MARQUES, M. **Procedimento Operacional: Coleta de exames laboratoriais no recém-nascido**. Aracaju, 2022.
- FLINT, Nir; SIEGEL, Robert J. Echo-Guided Pericardiocentesis: When and How Should It Be Performed?. **Current cardiology reports**, Philadelphia, jun. 2020 DOI: <https://doi.org/10.1007/s11886-020-01320-2>.
- HERRON, Christopher; FORBES, Thomas J; KOBAYASHI, Daisuke. Pericardiocentesis in children: 20-year experience at a tertiary children's hospital. **Cardiology in the young**, Cambridge, abr. 2022 DOI: <https://doi.org/10.1017/S104795112100278X>.
- HOCKENBERRY, Marilyn J.; RODGERS, Cheryl C.; WILSON, David. **Wong - Fundamentos de Enfermagem Pediátrica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Gen Guanabara Koogan, 2023. ISBN: 9788595159631.
- IMAZIO, Massimo; FERRARI, Gaetano Maria De. Editorial commentary: Pericardiocentesis: No more a subspecialty technique!. **Trends in cardiovascular medicine**, New York, out. 2019 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2019.01.010>.
- KAUFMAN, Jonathan. How to... collect urine samples from young children. **Archives of Disease in Childhood - Education and Practice**, [s. l.], jun. 2020 DOI: <https://doi.org/10.1136/archdischild-2019-317237>.
- KAUFMAN, Jonathan; TEMPLE-SMITH, Meredith; SANCI, Lena. Urine sample collection from young pre-continent children: common methods and the new Quick-Wee technique. **The British journal of general practice : the journal of the Royal College of General Practitioners**, [s. l.], dev. 2019 DOI: <https://doi.org/10.3399/bjgp20X707705>.
- MULCRONE, Amanda E; PARIKH, Manas; AHMAD, Fahd A. Reducing infant catheterization in the emergency department through clean-catch urine collection. **Journal of the American College of Emergency Physicians open**, [s. l.], ago. 2020 DOI: <https://doi.org/10.1002/emp2.12211>.
- MYERS, Faith et al. Anatomic Approach and Outcomes in Children Undergoing Percutaneous Pericardiocentesis. **Pediatric cardiology**, New York, abr. 2021 DOI: <https://doi.org/10.1007/s00246-021-02563-8>.
- NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH AND CARE EXCELLENCE (Reino Unido). **Urinary tract infection in under 16s: diagnosis and management**. Londres: [s. n.], 2022. ISBN 978-1-4731-4648-8.
- PALADINI, Angela et al. Ultrasound-guided diagnostic pericardiocentesis in preterm infants: a case report. **Journal of maternal-fetal and neonatal medicine**, Londres, dev. 2023 DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2023.2212831>.
- Programa Nacional de Controle de Qualidade (PNCQ). **Manual de Coleta em Laboratório Clínico**. 4. ed. Rio de Janeiro, 2023.
- REBELATO, A.; ALMEIDA, M.; CANTARELLI, G.; DOS SANTOS, C.; BUSATTO, E.; WOLF, M. H. **Procedimento Operacional Padrão (POP) UTI Neonatal**. Santo Angelo - RS: Hospital Santo Angelo, 2022.
- RITCHIE, Darren et al. **In vitro validation of a method for neonatal urine collection and analysis**. *BMJ paediatrics open*, [s. l.], jun. 2019 DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2019-000482>.



SCALABRINI NETO, Augusto; DIAS, Roger Daglius. **Procedimentos em Emergências**. 3. ed. Barueri: Manole, 2023. ISBN: 9786555768534.

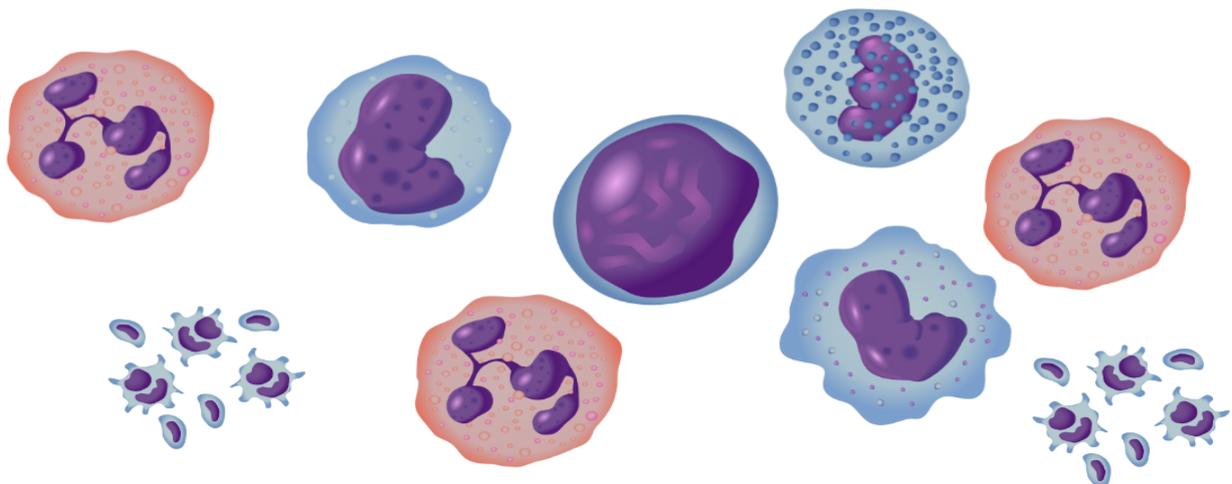
SCHVARTSMAN, Claudio. et al. **Pronto-Socorro**. 4 ed. Barueri: Manole, 2023. (Pediatria ICr-HCFMUSP). ISBN: 9786555767582.

SINNAEVE, Peter R.; ADRIAENSSENS, Tom. A contemporary look at pericardiocentesis. **Trends in cardiovascular medicine**, New York, out. 2019 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2018.10.016>.

WEIN, Alan J. et al. **Campbell Walsh Wein Urology**. 12. ed. Londres: Elsevier, 2020. ISBN: 9780323546423.

SEÇÃO II

TÉCNICAS DE ANÁLISE LABORATORIAIS EM EXAMES PRÉ- CIRÚRGICOS



Capítulo 5

Uso da microscopia em exames pré- cirúrgicos

Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução: das “pedras de leitura” à microscopia eletrônica

Em 1986, o alemão Ernst Ruska foi premiado com o Nobel de Física, juntamente com seu orientador Max Knoll, pela criação e patente do microscópio eletrônico de varredura. Contudo, a história da microscopia iniciou-se muito antes desta data, utilizando-se de aparelhos mais rudimentares e que, contudo, ainda hoje configuram parte importante das análises clínicas e biomédicas em todo o mundo. O microscópio óptico tem suas origens no século XVI com o fabricante de óculos Zacharias Jansen e seu pai, Hans Jansen. A tecnologia de lentes sobrepostas criadas pela dupla originou posteriormente os microscópios ópticos atuais e foi a responsável por possibilitar a análise de microrganismos e tecidos diversos (Souza, 2023).

Os primórdios da área da óptica datam do século X, quando monges passaram a utilizar pedras polidas que, quando colocadas sobre um texto, eram capazes de aumentar o tamanho das letras e facilitar a leitura para aqueles com problemas de visão. Contudo, os registros desta época são poucos. Os principais documentos acerca do estudo e fabricação de lentes datam do século XIV, em Veneza, mais especificamente na ilha de Murano, onde a arte da fabricação de vidros foi aperfeiçoada por décadas a ponto de obter peças de altíssima qualidade. A partir destes conhecimentos foram fabricados os primeiros óculos de leitura (Pillay; Hansray; Rampersad, 2020; Silva; Filgueiras, 2023).

Quando se trata da microscopia óptica, as origens remontam ao final do século XVI, ano de 1595, quando os fabricantes de óculos holandeses Zaccharias Janssen e seu pai, Hans Janssen construíram o primeiro microscópio. O primeiro dispositivo desse tipo era composto por um longo tubo com duas lentes de vidro, uma em cada ponta, e o aumento proporcionado pelo instrumento poderia chegar a até 30 vezes. Mais tarde, Robert Hooke aperfeiçoou a técnica dos Jansen e construiu um microscópio de metal com duas lentes, sendo uma próxima do objeto analisado (objetiva) e uma próxima do observador (ocular). O dispositivo de Hooke proporcionava um aumento de até 300 vezes e foi peça chave para as descobertas publicadas em seu livro *Micrographia*, de 1665. No livro foram detalhadas as observações de diversos materiais, como fibras musculares, pelos, insetos e plantas. Uma das principais descobertas do livro de Hooke foi a descrição das pequenas unidades formadoras da cortiça, denominadas de “células” (Peckham, 2024; Neufeld, 2022).

Outro pesquisador importante para discutir a história da microscopia óptica é o holandês Antonie van Leeuwenhoek que, a partir do livro de Robert Hooke, tornou-se um microscopista amador: estima-se que Leeuwenhoek tenha construído mais de quinhentos modelos de microscópios. Por fim, o pesquisador foi responsável pela construção de um equipamento com grande capacidade de aumento da imagem e dedicou-se ao estudo de diversos materiais, incluindo sangue, esperma, urina e água. As descobertas de Leeuwenhoek foram enviadas a Royal Society de Londres em formato de cartas em, em 1673, todos estes escritos foram publicados no livro *Philosophical Transactions of the Royal Society* (Peckham, 2024; Neufeld, 2022).

Quanto à microscopia eletrônica (ME), esta configura um passo além para a visualização de estruturas biológicas em escala nanométrica, que vai muito além da microscopia óptica tradicional. A origem da ME remonta ao início do século XX, quando cientistas começaram a explorar a possibilidade de utilizar feixes de elétrons para observar objetos menores que a limitação de difração da luz visível impunha. Neste contexto, as teorias de De Broglie sobre a dualidade onda-partícula, as teorias ondulatórias de Huygens, Abbe e Rayleigh e o estudo sobre colisões de partículas de Bethe são fundamentais para compreender a

origem desta nova técnica (Balzuweit, 2016; Prakash *et al.*, 2022).

O princípio da microscopia eletrônica se baseia na interação de elétrons com a amostra, proporcionando imagens de alta resolução devido ao comprimento de onda dos elétrons, que é muito menor que o da luz visível. Em 1932, os físicos alemães Ernst Ruska e Max Knoll deram os primeiros passos no desenvolvimento da ME. Eles projetaram o primeiro microscópio eletrônico de transmissão (MET), que utilizava um feixe de elétrons para iluminar uma amostra e produzir uma imagem ampliada através da interação desses elétrons com a matéria. Esse avanço representou uma inovação crucial, pois a limitação da resolução dos microscópios óticos, causada pela difração da luz, foi superada com o uso de elétrons, cujos comprimentos de onda são milhares de vezes menores do que os da luz visível (Balzuweit, 2016).

O trabalho de Ruska e Knoll foi fundamental para a evolução da ME e levou à construção do primeiro microscópio eletrônico funcional, permitindo observar estruturas nanométricas, como os vírus, com uma precisão sem precedentes. O desenvolvimento subsequente dessa tecnologia envolveu inovações como o microscópio eletrônico de varredura (MEV), que oferece uma forma diferente de visualização ao examinar a superfície das amostras. Estas técnicas abriram novas possibilidades em várias áreas da ciência, incluindo biologia celular, materiais e física, estabelecendo as bases para futuras inovações na microscopia de super-resolução (Balzuweit, 2016).

Nos anos seguintes, a microscopia eletrônica continuou a evoluir, incorporando avanços significativos no controle do feixe de elétrons, no desenvolvimento de detectores mais sensíveis e na melhoria da preparação de amostras. Essa trajetória culminou no surgimento de novas técnicas de super-resolução, que permitiram a visualização de estruturas subcelulares com uma precisão ainda maior (Prakash *et al.*, 2022).

Exames realizados com uso da microscopia óptica

A microscopia óptica desempenha um papel fundamental nos laboratórios clínicos, sendo amplamente utilizada na análise de amostras biológicas para diagnóstico de diversas patologias. Através do uso de luz visível, essa técnica permite a visualização de estruturas celulares e configura parte essencial para o diagnóstico de várias condições clínicas, desde infecções até distúrbios hematológicos. Nos laboratórios clínicos, a microscopia óptica é aplicada principalmente em exames como hemograma, sedimentoscopia de urina, parasitológicos de fezes e em análises de secreções e tecidos, possibilitando a identificação de alterações morfológicas em células e microrganismos presentes nas amostras.

Em termos de doenças hematológicas, a microscopia óptica é crucial na avaliação de esfregaços sanguíneos, ajudando na identificação de anemias, leucemias e algumas doenças infecciosas. Embora deva ser acompanhada por técnicas automatizadas, a análise microscópica do esfregaço sanguíneo ainda caracteriza parte importante do hemograma e, juntamente com a análise dos gráficos do hemograma, configura parte importante do diagnóstico do paciente. Uma das colorações mais utilizadas em hematologia é o Giemsa, que permite a observação de eritrócitos e plaquetas e a diferenciação de leucócitos (Prasad; Sharma; Verma, 2022).

Em relação às anemias, o esfregaço sanguíneo permite a observação de alterações morfológicas nos eritrócitos, como variações de tamanho (microcitose ou macrocitose) e aquelas relacionadas à forma das células, como hemácias falcizadas, esferócitos, dacriócitos, etc. A microscopia também é fundamental na análise das leucemias, sendo capaz de



detectar a presença de leucócitos imaturos ou anormais. A análise do esfregaço sanguíneo também possibilita a identificação de inclusões eritrocitárias, como os corpúsculos de Howell-Jolly, anéis de Cabot, inclusões parasitárias, entre outros (Prasad; Sharma; Verma, 2022).

A microscopia também desempenha um papel essencial no setor de parasitologia, sendo uma ferramenta fundamental para a identificação de diversos parasitas presentes em amostras biológicas, como fezes, sangue, secreções ou tecidos. No caso das amostras de fezes, utiliza-se o corante lugol para evidenciar as estruturas parasitárias, uma vez que o iodo presente nesta substância possui afinidade pelos polissacarídeos e proteínas dos parasitas. Entre os microrganismos que podem ser observados com a microscopia óptica encontram-se protozoários e helmintos. Embora a pesquisa por parasitas fecais não configure grande importância pré-operatória, a infecção por estes microrganismos ainda pode gerar efeitos deletérios importantes para a saúde do paciente (Macedo, 2010).

Outro importante uso da microscopia óptica no laboratório clínico é a análise do sedimento urinário, que, juntamente à análise física e química da urina, configura uma ferramenta crucial para o diagnóstico e monitoramento de diversas doenças renais e do trato urinário. Através da análise microscópica do sedimento é possível identificar células epiteliais, eritrócitos, leucócitos, bactérias, cristais e cilindros, cujas características podem indicar a presença de condições como Infecção do Trato Urinário (ITU), glomerulonefrite, doenças tubulointersticiais, nefropatias, etc. A presença de hemácias no sedimento sugere hematuria, condição esta que pode estar associada a glomerulonefrite ou lesões renais agudas, enquanto a presença de cilindros hemáticos é um marcador específico de glomerulonefrite. A identificação de cilindros granulosos e cerosos pode indicar dano renal tubular. Além disso, a presença de bactérias e leucócitos nos achados do sedimento sugere infecção urinária. Ademais, os cristais urinários podem indicar doenças metabólicas ou litíase renal (Cavanaugh; Perazella, 2019).

Ademais, a microscopia também pode contribuir para o diagnóstico de infecções bacterianas, uma vez que, a partir de lâminas coradas e fixadas, pode-se verificar características morfológicas das bactérias e alcançar a identificação microbiana. No laboratório clínico, as colorações são ferramentas essenciais para aprimorar a visualização e a diferenciação das diversas estruturas celulares e dos microrganismos presentes nas amostras. Dentre as colorações mais comuns, destacam-se a coloração de Gram (capaz de diferenciar bactérias Gram-positivas e Gram-negativas), a de Ziehl-Neelsen (capaz de identificar bactérias álcool-ácido resistentes, como os bacilos do gênero *Mycobacterium*) e a de Giemsa (capaz de evidenciar protozoários, como *Plasmodium*) (Santos *et al.*, 2021).

Exercícios de fixação

1. Em que local do mundo foram fabricados os primeiros óculos?
2. Qual papel de Zaccharias e Hans Janssen para a história da microscopia?
3. Quais exames laboratoriais utilizam técnicas de microscopia óptica?

Referências

- BALZUWEIT, Karla. Microscopia: muito mais que uma grande lupa. **Anais da 68ª reunião anual da SBPC** - Porto Seguro, BA, Julho de 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/37306/2/Microscopia%20-%20muito%20mais%20que%20uma%20lupa.pdf>. Acesso em 06 mar. 2025.
- Cavanaugh, Corey; Perazella, Mark A. Urine sediment examination in the diagnosis and management of kidney disease: core curriculum 2019. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 73, n. 2, 2019. Disponível em: [https://www.ajkd.org/article/S0272-6386\(18\)30873-4/pdf](https://www.ajkd.org/article/S0272-6386(18)30873-4/pdf). Acesso em 07 mar. 2025.
- Macedo, Heloisa Werneck. **Exame Parasitológico de Fezes (EPF)**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.professores.uff.br/yaraadami/wp-content/uploads/sites/155/2017/10/ApostEPF2010_R1.pdf. Acesso em 06 mar. 2025.
- NEUFELD, Paulo Murillo. A história do exame de urina: Idade moderna. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, V. 54, n. 3, 2022. Disponível em: 10.21877/2448-3877.202200092. Acesso em: 06 mar. 2025.
- PECKHAM, Michelle. What is a microscope? How the microscope has evolved over three hundred and fifty years. **Journal of Physics**, V. 2877, n. 1, 2024. Disponível em: 10.1088/1742-6596/2877/1/012091. Acesso em 06 mar. 2025.
- PILLAY, Rayishnee; HANSRAY, Rekha; RAMPERSAD, Nishanee. Historical development, applications and advances in materials used in spectacle lenses and contact lenses. **Clinical Optometry**, V. 12, n. 1, 2020. Disponível em: [Historical_Development_Applications_and_Advances_i.pdf](#). Acesso em: 06 mar. 2025.
- Prakash, Kirti; Diederich, Benedict; Heintzmann, Rainer; Schermelleh, Lothar. Super-resolution microscopy: a brief history and new avenues. **Phil. Trans. R. Soc.** DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0110>. Acesso em 06 mar. 2025.
- Prasad, Versha; Sharma, Digvijay; Verma, Suman Lata. Peripheral blood smear examination: an overview. **Webology**, v. 19, n. 2, p. 3170, 2022. Acesso em 06 mar. 2025.
- Santos, Katharine Raquel Pereira; Aguiar Júnior, Francisco Carlos Amanajás; Antonio, Erivaldo Alves et al. **Manual de técnica histológica de rotina e de colorações**. Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 32 p. 2021.
- SILVA, Wladimir Teodoro; FILGUEIRAS, Carlos A. L. O vidro e sua importância na vida e na química. **Química Nova**, V. 26, n. 5, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20230033>. Acesso em: 06 mar. 2025.
- SOUZA, Nathanael Robledo Nunes. **História do microscópio e importância para o desenvolvimento científico**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/75248/3/2023_tcc_nrnsouza.pdf. Acesso em: 06 mar. 2025.



Capítulo 6

Uso da espectrofotometria em exames pré- cirúrgicos

Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução

A espectrofotometria tem origens que remontam ao início do século XIX. Seu desenvolvimento é indissociável de uma série de descobertas fundamentais na área da ótica e da espectroscopia, com contribuições significativas de cientistas como Josef von Fraunhofer, Gustav Kirchhoff, Robert Bunsen e William Huggins, entre outros. Esses cientistas ajudaram a construir a base teórica e experimental para o que hoje entendemos como espectrofotometria, uma ferramenta essencial em diversas áreas da ciência, como a química, física, biologia e astronomia (Napoleão, 2020; Garcia, 2018).

O ponto de partida para a espectrofotometria moderna pode ser atribuído a Josef von Fraunhofer, um físico e óptico alemão que, em 1814, realizou uma série de observações experimentais sobre a luz solar. Fraunhofer foi pioneiro na observação das linhas de absorção no espectro solar, conhecidas hoje como as “linhas de Fraunhofer”. Ao estudar o espectro da luz solar com um espectroscópio, ele identificou mais de 500 linhas escuras no espectro visível e no ultravioleta. Esse feito foi fundamental para entender como diferentes substâncias podem absorver ou emitir luz em determinados comprimentos de onda. Embora ele não tenha desenvolvido diretamente a espectrofotometria, sua descoberta das linhas de Fraunhofer formou a base para a análise espectral de substâncias. Esse fenômeno de absorção de luz, que mais tarde seria usado na espectrofotometria, levou a uma série de desenvolvimentos que tornaram possível a quantificação da absorção de luz por substâncias (Napoleão, 2020).

Outro passo crucial para o avanço da espectroscopia e da espectrofotometria veio com os trabalhos de Gustav Kirchhoff e Robert Bunsen (o mesmo inventor do ‘bico de Bunsen’) no século XIX. Em 1859, Kirchhoff e Bunsen trabalharam juntos para estudar a luz emitida por materiais aquecidos, o que os levou a formular a lei da radiação de corpo negro e a lei da emissão espectral. Esses estudos ajudaram a estabelecer uma teoria fundamental sobre como diferentes elementos químicos emitem luz em comprimentos de onda específicos quando aquecidos. Juntos, eles observaram que, assim como a absorção de luz pode ser analisada, a emissão de luz também pode fornecer informações valiosas sobre a composição dos materiais. Essa ideia foi crucial para a espectrofotometria, uma vez que a técnica não se limita apenas à absorção de luz, mas também à análise da luz emitida ou transmitida por uma amostra (Napoleão, 2020).

Outro nome importante no desenvolvimento da espectrofotometria foi o astrônomo britânico William Huggins. Em 1864, Huggins foi o primeiro a aplicar a espectroscopia à análise das estrelas, usando a luz das estrelas para determinar a sua composição química. Ele observou que o espectro da luz estelar apresentava linhas de absorção, semelhantes às linhas de Fraunhofer, e conseguiu correlacionar essas linhas com elementos químicos específicos, como o hidrogênio. O trabalho de Huggins foi um marco para a astronomia e para a espectroscopia, pois demonstrou que a luz podia ser usada não apenas para estudar substâncias na Terra, mas também para explorar o universo. Essa aplicação ampliou as fronteiras da espectrofotometria, tornando-a uma ferramenta universal (Napoleão, 2020).

Ao longo do final do século XIX e início do século XX, o campo da espectroscopia e, por consequência, da espectrofotometria, continuou a evoluir. A invenção do espectrofotômetro por Arnold Beckman em 1940 foi um marco significativo para a técnica. Beckman desenvolveu o primeiro espectrofotômetro comercialmente viável, o modelo DU, que permitiu uma medição precisa da absorção de luz em uma faixa ampla de comprimentos de onda. Esse avanço tecnológico tornou a espectrofotometria acessível a uma gama muito

mais ampla de pesquisadores e indústrias, consolidando-a como uma das ferramentas mais importantes em laboratórios clínicos, científicos e industriais. A partir deste ponto, a espectrofotometria continuou a se aprimorar, com o desenvolvimento de espectrofotômetros digitais, melhorias nas fontes de luz e nos detectores, além de avanços no processamento de dados (Garcia, 2018).

Princípios da espectrofotometria

O termo “fotometria” refere-se à medição de intensidade luminosa, sendo um dos componentes fundamentais para o desenvolvimento da espectrofotometria. Os primeiros experimentos fotométricos baseavam-se na observação da luz visível e sua interação com diferentes substâncias. No entanto, a fotometria moderna, especialmente a espectrofotometria, exige a precisão na medição da intensidade da luz em diferentes comprimentos de onda, o que foi facilitado pelo desenvolvimento de instrumentos adequados.

O espectrofotômetro é o instrumento central da espectrofotometria moderna e consiste em três componentes principais: a fonte de luz, o monocromador e o fotodetector. A fonte de luz é responsável por fornecer radiação em uma faixa de comprimentos de onda, que são então separadas por um monocromador, um dispositivo que seleciona um comprimento de onda específico para incidir sobre a amostra. Após a interação da luz com a amostra, a luz transmitida ou refletida é medida pelo fotodetector, que converte a intensidade luminosa em um sinal elétrico (Basques, 2016).

A base teórica da espectrofotometria está na Lei de Lambert-Beer, que descreve a relação entre a absorção de luz por uma substância e sua concentração. A lei afirma que a absorvância (A) é diretamente proporcional à concentração (c) da substância e à espessura do caminho óptico (l) da amostra. A equação da Lei de Beer-Lambert é expressa como:

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

Onde:

A é a absorvância medida;

ε é o coeficiente de extinção molar da substância no comprimento de onda específico;

c é a concentração da substância;

l é o caminho óptico, que geralmente é a largura da célula de amostra (Basques, 2016).

A Lei de Lambert-Beer é fundamental para a espectrofotometria porque permite que, ao medir a absorvância de uma amostra em um comprimento de onda específico, seja possível determinar a concentração de uma substância desconhecida. A precisão dessa técnica depende da escolha do comprimento de onda adequado, que é característico para cada substância (Basques, 2016).

A espectrofotometria na prática: aplicações em laboratórios clínicos

Nos laboratórios clínicos, a espectrofotometria é amplamente utilizada para análises bioquímicas, como a quantificação de proteínas, glicose, colesterol, enzimas e outros com-



postos biológicos. A prática de espectrofotometria clínica envolve a preparação da amostra, a escolha do comprimento de onda apropriado para a substância de interesse, e a medição da absorvância. Para essas análises, utiliza-se geralmente um espectrofotômetro de bancada ou um analisador automático, que inclui um monocromador para selecionar o comprimento de onda específico, cubetas para acondicionar a amostra e um fotodetector para registrar a intensidade de luz transmitida ou refletida pela amostra (Basques, 2016).

As cubetas são recipientes transparentes, geralmente feitos de quartzo ou plástico, que possuem diferentes volumes e formatos, dependendo do tipo de análise e do espectrofotômetro utilizado. Elas são essenciais para garantir a precisão das medições, pois seu caminho óptico (o comprimento da cubeta) deve ser constante e conhecido, já que ele entra na equação da Lei de Beer-Lambert. A cubeta também deve ser limpa de forma rigorosa para evitar qualquer interferência nos resultados (Basques, 2016).

Uma característica fundamental da espectrofotometria é a conversão da energia radiante em impulso elétrico, que é o processo pelo qual a luz que atravessa a amostra é convertida em um sinal elétrico pelo fotodetector. O fotodetector, geralmente um fotomultiplicador ou fotodiodo, converte a intensidade da luz em uma corrente elétrica proporcional à quantidade de luz absorvida pela amostra. Essa corrente elétrica é então amplificada e processada pelo sistema de análise do espectrofotômetro, fornecendo os dados necessários para determinar a concentração da substância em questão (Basques, 2016).

espectrofotometria pode ser aplicada em diferentes tipos de reações, incluindo reações de ponto final, reações cinéticas contínuas e reações cinéticas de dois pontos, com aplicações variáveis em exames laboratoriais:

- Reações de ponto final: a absorvância é medida após a reação atingir seu equilíbrio ou ser completamente concluída. Um exemplo clássico de reação de ponto final é o teste de glicose, onde a glicose reage com reagentes específicos, formando um complexo colorido que é medido espectrofotometricamente no final da reação (Rodrigues, 2022);
- Reações cinéticas contínuas: monitoram a variação da absorvância da amostra ao longo de um intervalo de tempo. Essa abordagem é utilizada principalmente para medir a atividade de enzimas em tempo real. Durante a reação, a concentração do produto ou do substrato é medida continuamente, permitindo avaliar a velocidade da reação em função do tempo. Exames como a atividade da amilase ou lipase utilizam essa abordagem. A absorção de luz é medida repetidamente em intervalos de tempo fixos, proporcionando uma curva que permite calcular a taxa de formação ou consumo de produtos e, conseqüentemente, a atividade enzimática. Este método é crucial para a determinação da contração de enzimas (Rodrigues, 2022);
- Reações cinéticas de dois pontos: a absorvância é medida em dois momentos específicos durante o processo reacional, antes e após um intervalo de tempo determinado, que costuma ser de 30 e 90 segundos. Essa técnica é comumente utilizada para medir reações que ocorrem de forma mais lenta ou que não atingem um ponto de equilíbrio imediatamente, e onde a taxa de reação pode ser monitorada em dois pontos distintos. Um exemplo disso seria a dosagem de creatinina no sangue, onde a absorção é medida inicialmente e após o período de reação, permitindo o cálculo da concentração com base na mudança de absorvância entre os dois tempos. Esse tipo de análise é particularmente útil quando se busca a quantificação de substâncias cuja reação não é instantânea (Rodrigues, 2022).

Exercícios de fixação

1. Quem foi o responsável pela criação do primeiro espectrofotômetro?
2. Quais os três componentes principais dos espectrofotômetros modernos?
3. Em qual lei da física baseia-se o funcionamento do espectrofotômetro?
4. Como ocorre a conversão de energia radiante em impulso elétrico?

Referências

Basques, José Carlos. Fotometria e padronização. **Labtest**. 2016. Disponível em: https://www.labtest.com.br/wp-content/uploads/2016/09/FOTOMETRIA_E_PADRONIZACAO.pdf. Acesso em 29 mar 2025.

Garcia, Roberto Daniel. Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro. **Avances en Química**, V. 13, n. 3.p. 79-82, 2018. Disponível em: www.saber.ula.ve/avancesenquimica. Acesso em 29 mar 2025.

Napoleão, Tasso Augusto. **Uma pequena história da espectroscopia**. Alfacrucis, 2020. Disponível em: <https://alfacrucis.org/wp-content/uploads/2020/03/aqui-3.pdf>. Acesso em 29 mar 2025.

Rodrigues, Maria Luzilane Paiva. **Importância da automação no laboratório de análises clínicas, com ênfase nos exames bioquímicos**. Universidade Federal do Ceará – Centro de Ciências, Curso de Química. 42 f. 2022.



SEÇÃO III

EXAMES LABORATORIAIS PRÉ-OPERATÓRIOS NAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS PEDIÁTRICAS



Capítulo 7

Hemograma: interpretação e importância no pré- operatório pediátrico

Luciana da Silva Pinto
Talyssa Gabriele da Cruz Sousa
Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Definição de anemias e características específicas do sistema hematopoiético em pediatria

A anemia é uma condição patológica caracterizada pela diminuição da hemoglobina (Hb) e da massa eritrocitária, em que essa redução da concentração de Hb, não define a anemia em si, uma vez que esse achado pode ocorrer em situações fisiológicas, como a partir do segundo trimestre da gestação, especialmente por volta da 24^a semana, atribuída à hemodiluição (De Santis, 2019).

Durante o terceiro trimestre da gravidez, ocorre uma transição da hematopoiese do fígado para a medula óssea, cuja produção de eritropoietina (EPO) direciona-se do fígado para o sistema renal após o nascimento. Esta mudança fisiológica leva a uma diminuição temporária nos níveis de EPO após o nascimento, principalmente em bebês prematuros, levando a um estado hipo-regenerativo (Chaudhary *et al.*, 2022). Além disso, a transição de um estado relativamente hipóxico intrauterino para um estado relativamente hiperóxico fora do útero suprime ainda mais a hematopoiese. Dessa forma, à medida que o bebê estabelece o padrão respiratório normal, ocorre um rápido aumento de oxigênio no sangue que inibe a produção de EPO. No entanto, isto não se traduz num aumento do fornecimento de oxigênio ao nível dos tecidos devido à maior afinidade da hemoglobina fetal (HbF) pelo oxigênio (Chaudhary *et al.*, 2022).

O sistema hematopoiético dos neonatos não está totalmente desenvolvido ao nascimento, sendo as características hematológicas que garantiram a oxigenação tissular adequada intra-útero precisam ser substituídas por alguns elementos mais maduros após o nascimento (Fundação Educacional Manoel Guedes, 2022, p. 3).

A entrega de oxigênio via HbF é dependente do pH do sangue, onde em meio ácido, a HbF tem um potencial de 20% maior de liberar oxigênio para os tecidos periféricos. E portanto, o feto desenvolve um estado considerado hipóxico e em meio de pH mais baixo, a HbF se torna um ótimo condutor para capturar oxigênio no nível placentário e distribuí-lo aos tecidos. Por fim, a rápida expansão do volume sanguíneo após o nascimento favorece para a hemodiluição e a rápida degradação dos glóbulos vermelhos que acontece devido ao menor tempo de vida dos eritrócitos neonatais, ambos corroboram com a anemia fisiológica na infância (Chaudhary *et al.*, 2022).

Existem várias formas de classificar as anemias, seja por alterações que causam nos exames de sangue ou por sua gravidade, de modo que o indivíduo pode nascer (anemia hereditária) com essa condição ou pode acometer a pessoas ao longo da vida. Nesse viés, anemias hereditárias se relacionam, geralmente, a alterações genéticas na fabricação do glóbulo vermelho, seja da membrana que dá forma ao glóbulo vermelho ou das substâncias que estão em seu interior como proteínas (Stock, 2022).

Além disso, nos primeiros dias após o nascimento, o trato gastrointestinal não tem atividade bacteriana suficiente para sintetizar vitamina K necessária, sendo esta vitamina essencial para a coagulação sanguínea. Conseqüentemente, “o neonato está em risco de hemorragia, dessa forma, os neonatos recebem vitamina K nas Unidades de Terapia Intensiva Neonatais (UTIN) logo após o nascimento, a fim de prevenir hemorragias” (Fundação Educacional Manoel Guedes, 2022, p. 4).

Em uma UTIN, a anemia fisiológica do recém-nascido e a anemia da prematuridade

são as razões mais comuns de anemia em neonatos. Nesse viés, é necessário investigar de modo detalhado e individualizado as possibilidades de doenças hereditárias ou adquiridas, por meio da história clínica, exames físicos e laboratoriais (SBP, 2019).

Hemograma e sua importância diagnóstica

O hemograma é a primeira etapa de investigação laboratorial, de maneira a compreender na contagem das células do sangue periférico e a contagem diferencial das cinco classes leucocitárias, além da quantidade dos valores da Hb e do hematócrito e ainda o cálculo dos índices hematimétricos. Nesse viés, é considerado um exame útil na prática neonatal por permitir o aumento do desfecho favorável aos neonatos, tendo em vista que é um exame de fácil obtenção e possuir característica capazes de demonstrar uma visão global do estado de saúde desses recém-nascidos (De Sá, 2019).

O eritrograma realizado pelo método manual é composto por: contagem global de hemácias, dosagem de hemoglobina, percentual de hematócrito e índices hematimétricos. Os índices hematimétricos são três: Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM) (Souza *et al.*, 2023).

O leucograma compõe a contagem global dos leucócitos por milímetros cúbicos de sangue (mm^3) e a contagem diferencial dos leucócitos da corrente sanguínea periférica. Diferenciando neutrófilos segmentados, linfócitos, eosinófilos, monócitos e basófilos. E o plaquetograma apresenta a contagem global das plaquetas por milímetros cúbicos de sangue (mm^3) (Souza *et al.*, 2023).

O recém-nascido normal (RNN) é uma criança a termo, com peso normal e que não apresenta alterações patológicas. Nessa idade os valores de referência são diferentes dos do adulto e irão variar dependendo da fase, por isso devem ser levados em consideração apresentarem essas variações no momento da avaliação hematológica do recém-nascido (Leonard *et al.*, 2022, p. 130).

No esfregaço de sangue periférico do RNN observam-se diversas alterações morfológicas dos eritrócitos e de alguns dos leucócitos, mas ambas são normalmente transitórias, ocorrendo em determinados períodos de tempo, após os quais desaparecem. Se persistir além do limite máximo de permanência, constituiria um estado patológico (Leonard *et al.*, 2022).

O sangue da veia umbilical para exame precoce é mais confiável do que o sangue capilar ou arterial porque a contagem total de eritrócitos e os níveis de hemoglobina podem alterar significativamente entre o nascimento e a ligadura do cordão umbilical. Valores normais durante este período dependem da idade cronológica e gestacional. idade e variam de semana para semana (Leonard *et al.*, 2022).

Valores absolutos internacionais do hemograma definidos pela OMS			
Exame	RN	1 semana	1 mês
Hb (g/L)	135-195	135-215	100-180
Hto (L/L)	0,42 - 0,60	0,42 - 0,66	0,31 - 0,55
Hemácias (x10 ⁹ xL)	3,9 - 5,5 x10 ⁹ xL	3,9 - 6,3 x10 ⁹ xL	3,0 - 5,4 x10 ⁹ xL
VCM (fl)	98 - 118	88 - 126	85 - 123
HCM (pg.)	31 - 37	28 - 40	28 - 40
CHCM (g/L)	300 - 360	280 - 380	290 - 370
Leuco. (x10 ⁹ xL)	9 - 30	5 - 21	5 - 19,5
Neutr. (x10 ⁹ xL)	6 - 26	1,5 - 10	1,0 - 9
Linfo. (x10 ⁹ xL)	2 - 11	2,0 - 17	2,5 - 16,5
Mono. (x10 ⁹ xL)	0,3 - 1,0	0,2 - 1,0	0,2 - 1,0
Eos. (x10 ⁹ xL)	0,2 - 1,0	0,2 - 1,0	0,2 - 1,0
Bas. (x10 ⁹ xL)	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1
C. Plaquetas	150-350 x10 ⁹ xL	150-350 x10 ⁹ xL	150-350 x10 ⁹ xL

Hb: Hemoglobina; Hto: Hematócrito; VCM: Volume corpuscular médio; HCM: Hemoglobina corpuscular média; CHCM: Concentração da hemoglobina corpuscular média.

Fonte: Traduzido de Leonard *et al.*, 2022.

Anemias carenciais

As anemias carenciais caracterizam-se pela redução da taxa de hemoglobina sanguínea, resultando da deficiência de ferro, vitamina B12, ácido fólico, vitamina A, dentre outros. A deficiência de ferro é considerada a principal causa de anemia carencial. Resultado do balanço negativo entre a biodisponibilidade do ferro e a necessidade orgânica do mesmo.

O ponto de corte que distingue anemia de concentrações normais de hemoglobina pode ser definido como dois desvios-padrões abaixo da média para a população em questão. No entanto, ressalta-se que a concentração de hemoglobina isolada não define se o paciente é “funcionalmente anêmico”, considerando que essa concentração pode ser adequada para a manutenção das suas necessidades fisiológicas (Pedroso, 2022, p. 6). Em crianças de 6 a 59 meses, a OMS define como ponto de corte para diagnóstico da anemia a concentração de Hemoglobina inferior a 11,0g/dL. Os recém-nascidos possuem mecanismos de diagnóstico próprios da faixa etária, por hemorragia, falha de eritropoiese, hemólise exagerada ou uma combinação dos três (Pedroso, 2022).

Anemia ferropriva

A anemia ferropriva é a causa mais frequente de anemia no mundo. É o estágio final da deficiência de ferro. Seu desenvolvimento é consequência da interação de três fatores: aumento da necessidade, diminuição da ingestão/absorção ou perda sanguínea (Dutra *et al.*, 2019, p. 40). A deficiência de ferro surge a partir do desequilíbrio entre ingestão, absorção e situações de demanda aumentada ou perda crônica (anemia ferropriva), sendo

multifatorial (Zago *et al.*, 2013).

Fígado e rins têm papel inexpressivo na excreção de ferro, portanto, a principal regulação dos estoques de ferro é pela ingestão. Normalmente, cerca de 10% do ferro ingerido é absorvido. Entretanto, na presença de deficiência de ferro, esse valor pode aumentar consideravelmente (Pedroso, 2022).

Os mecanismos envolvidos na gênese da anemia ferropriva incluem (Pedroso, 2022, p. 9):

- O aporte inadequado de ferro, por introdução precoce ao leite de vaca; dieta materna deficiente em ferro, gestação sem suplementação de ferro ou gestações múltiplas com pouco intervalo entre elas;
- O aumento da demanda metabólica: prematuros, lactentes em crescimento rápido e puberdade;
- Má absorção intestinal: síndromes de má absorção, gastrite atrófica, redução da acidez gástrica (uso de antiácidos, bloqueadores H₂ ou inibidores de bomba de prótons).

O tratamento da anemia ferropriva deve ser feito com reposição de ferro. Entretanto, essa reposição será insuficiente, caso o fator causal da perda de ferro ou a doença de base não sejam tratados (Dutra *et al.*, 2019).

Anemias hemolíticas

As anemias hemolíticas são um grupo de doenças que se caracterizam pela redução da sobrevivência dos eritrócitos, nessas condições, as hemácias sofrem uma destruição prematura levando a redução na contagem das células sanguíneas presentes na circulação. “A medula óssea, local de produção dos eritrócitos, não é capaz de compensar a quantidade total de hemácias, levando a uma anemia” (Batista, 2019, p. 35).

Dentre as anemias hemolíticas, existem aquelas que são hereditárias, a mais comum é a esferocitose hereditária, uma doença familiar de característica dominante e que é conhecida pelo defeito genético no citoesqueleto dos eritrócitos, tornando as hemácias cada vez mais esféricas. Além dessas existem as anemias hemolíticas adquiridas, dentre elas a Anemia Hemolítica Autoimune (AHA), onde ocorre a produção de anticorpos contra as próprias hemácias, levando a anemia. Essas anemias se dividem em dois grandes grupos, AHA de anticorpos quentes, que vão reagir na membrana a 37° e AHA de anticorpos frio (Batista, 2019).

A anemia falciforme também é uma anemia hemolítica, sendo a principal hemoglobinopatia. Ela é causada por uma mutação no gene da β -globina que faz com que as hemácias percam oxigênio, o que caracteriza a alteração na estrutura do eritrócito, que se tornam rígidos e em forma de foice, causando muitas complicações (Sousa *et al.*, 2021). Devido às complicações relacionadas a esse distúrbio, surge a necessidade e os benefícios associados à detecção precoce da anemia falciforme. Dessa forma, o teste do pezinho é um dos exames mais utilizados na detecção dessa doença na fase neonatal. Ele é realizado através da coleta de sangue do calcanhar do bebê e é de grande importância na identificação precoce da anemia falciforme, a fim de minimizar os danos que podem ser causados por essa doença (Martins *et al.*, 2022).

Anemias por insuficiência medular

As anemias causadas por insuficiência medular, são síndromes genéticas raras caracterizadas pela incapacidade da medula óssea de produzir um número adequado de células sanguíneas, afetando assim, o processo da hematopoiese (Liesveld, 2021).

As doenças hereditárias de falência da medula óssea geralmente são associadas como doenças pediátricas, já que, geralmente, se apresentam na infância. As síndromes mais associadas deste grupo são a anemia de Fanconi (AF), anemia aplásica (AA) e a disceratose congênita (DC), formas que, apesar de serem diferentes, apresentam características clínicas iniciais semelhantes, por isso os testes realizados decorrem dos recentes avanços já que as características das doenças não são suficientes para identificar de forma específica o transtorno (Dokal *et al.*, 2022).

Hemorragias em pacientes pediátricos: causas e diagnóstico

O sítio da hemorragia inicia-se tipicamente na matriz germinativa, em que é observada a presença de vasos de pequena espessura, ainda formados somente por tecido endotelial. Nesse contexto, a gênese da hemorragia intracraniana (HIC) estão as variáveis maternas ou obstétricas, pré-natais, perinatais, aquelas próprias do recém-nascido prematuro e também relacionadas a suportes ventilatórios e a procedimentos comumente realizados em Unidades de Terapia Intensiva Neonatais (UTIN) (Santos, 2019).

A HIC também pode ser denominada como hemorragia intraventricular (HIV) e hemorragias peri-intraventriculares, é caracterizada pela ruptura dos capilares da matriz germinativa, que constitui uma das mais complexas afecções perinatais, devido à sua gravidade imediata e futura, reduz a sobrevivência de prematuros, além de transtornos neurológicos consequentes (Santos, 2019).

A HIC é atribuída especialmente a fragilidade intrínseca da vasculatura da matriz germinal, a alterações do fluxo sanguíneo cerebral e distúrbios plaquetários e de coagulação. De modo que, a região periventricular é seletivamente vulnerável à hemorragia em neonatos prematuros principalmente nas primeiras 48 horas de vida. Para o diagnóstico de HIC, a ultrassonografia (US) transfontanelar é a modalidade por imagem de eleição por ser mais específico. Além do diagnóstico, a US auxilia para o estadiamento da HIC e fornece informações quanto ao prognóstico imediato e em longo prazo, de maneira que a US pode ser feita à beira do leito sem alterar a hemodinâmica circulatória do neonato prematuro, mantendo-o em equilíbrio com o seu meio térmico, não sendo necessário sedação (Santos, 2019).

Exercícios de fixação

1. Quais duas alterações do hemograma capazes de caracterizar a anemia?
2. Qual a principal causa de anemia no mundo?
3. O que caracteriza uma anemia hemolítica?

Referências

- Batista, E. **Anemias hemolíticas**. Guia prático de hematologia: Liga Acadêmica de Hematologia da Região Carbonífera, p. 35–55, 2019.
- Chaudhary, N. et al. Neonatal anemia. **newborn**, v. 1, p. 263-270, 2022.
- De Sá, Natália Elias Ribeiro et al. Perfil hematológico de recém-nascidos de uma Unidade de Terapia Intensiva neonatal de Teresina–PI. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 11, n. 1, p.2, 2019.
- De Santis, G. C. **Anemia: definição, epidemiologia, fisiopatologia, classificação e tratamento**. Medicina (Ribeirão Preto), [S. l.], v. 52, n. 3, p. 239-251, 2019. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.v52i3p239-251. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/156726>. Acesso em: 22 jan. 2024.
- Dokal, I.; Tummala, H.; Vulliamy, T. **Inherited bone marrow failure in the pediatric patient**. Blood, v. 140, n. 6, p. 556–570, 11 ago. 2022.
- Dutra, Valéria de Freitas et al. Anemias Carenciais: como eu trato. **Atualidades Médicas**, [S. l.], ano 2019, p. 39-47, 27 abr. 2019. DOI DOI: XX.XXXXX/RAM.v1.n1.p1-10. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338282126_Anemias_carenciais_Como_eu_trato. Acesso em: 21 abr. 2024.
- Fundação Educacional Manoel Guedes. **Noções de Neonatologia**. Módulo III. 2022. Tatuí-SP. Disponível em: <<https://irp.cdn-website.com/64d4fda7/files/uploaded/No%C3%A7%C3%B5es%20de%20Neonatologia-2022.pdf>>.
- Leonard, Nelson Rafael Terry; Cuéllar, Cleopatra Cabrera. Hemograma, esfregaço de sangue periférico, contagem de plaquetas e reticulócitos no recém-nascido normal e suas variações fisiológicas. **Medisur**, [S. l.], ano 2022, v. 20, n. 1, p. 129-136, 2 fev. 2022. Disponível em: <http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/5061>. Acesso em: 7 maio 2024.
- Liesveld, J. Bone marrow failure syndromes. **Best Practice & Research Clinical Haematology**, v. 34, n. 2, p. 101288, jun. 2021.
- Martins, A. et al. A IMPORTÂNCIA DA TRIAGEM DE ANEMIA FALCIFORME PELO TESTE DO PEZINHO NO SUS. **Ciências Biológicas e da Saúde: integrando saberes em diferentes contextos**, p. 29–36, 2022.
- Pedroso, Henrique Umpierre. **Anemia**. Orientador: Prof. Dra. Liane Daudt. 2022. 15 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Pediatria) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.
- Pitilin, Érica de Brito et al. **PERINATAL FACTORS ASSOCIATED WITH PREMATUREITY IN NEONATAL INTENSIVE CARE UNIT**. Texto & Contexto - Enfermagem [online]. 2021, v. 30 [Acessado 14 Janeiro 2024], e20200031. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2020-0031>>. Epub 05 Maio 2021. ISSN 1980-265X. <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2020-0031>.
- Santos, Gabriela de Cássia. **Fatores associados a hemorragia intracraniana em neonatos prematuros: estudo caso-controle**. 2019. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2019.
- SBP. Sociedade Brasileira de Pediatria. **Novo documento científico da SBP aborda doenças hemorrágicas em pediatria**. Disponível em: <<https://www.sbp.com.br/imprensa/detalhe/nid/novo-documento-cientifico-da-sbp-aborda-doencas-hemorragicas-em-pediatria/>>. Acesso em: jan. 2024.
- Sousa, G. H. M. et al. ANEMIA FALCIFORME. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 11, p. 195–209, 30 nov. 2021.
- Souza, Suelen Maria Santos de; Silva, Christian Diniz Lima e. Hemograma: Das técnicas Manuais à automação. In: PESSOA, Débora Luana Ribeiro. **Farmácia: Pesquisa, produção e difusão de conhecimentos 2**. 2. ed. Ponta Grossa - PR: Athena, 2023. cap. 5, p. 60-72. ISBN 978-85-388-0454-3. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/index.php/catalogo/ebook/farmacia-pesquisa-producao-e-difusao-de-conhecimentos-2>. Acesso em: 19 maio 2024.
- Stock, L. **A IMPORTÂNCIA DA TRIAGEM NEONATAL PARA A DETECÇÃO PRECOCE DA ANEMIA FALCIFORME**. REVISTA DE EXTENSÃO E INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNISOCIESC, v. 9, n. 2, 5 nov. 2022.
- Zago, Marco Antonio et al. **Tratado de hematologia**. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2013. ISBN 978-85-388-0454-3.

Capítulo 8

Coagulograma: interpretação e importância no pré- operatório pediátrico

Endrio Benedito Ribeiro Tavares
Hévinny Cristine Dias Caldas
Joniele Rainara Vieira da Silva
Kawê de Jesus Viana dos Santos
Wellerson Pantoja de Moura
Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução

No intrincado sistema que é o corpo humano, a coagulação sanguínea desempenha um papel crucial (Kitchens, 2009). É um processo complexo que envolve uma série de componentes e fatores, todos trabalhando em harmonia para garantir que, quando um vaso sanguíneo é danificado, o sangramento seja controlado e a cicatrização ocorra de maneira eficaz. Imagine uma espécie de “equipe de reparo” interna que entra em ação sempre que ocorre um ferimento.

Recentemente, a importância da avaliação da coagulação sanguínea tem sido cada vez mais reconhecida, especialmente no campo da saúde (Mackman, 2018). O coagulograma, também conhecido como perfil de coagulação, é uma ferramenta diagnóstica vital usada para avaliar a capacidade do sangue de coagular adequadamente. Este capítulo busca não apenas apresentar os principais componentes do coagulograma, mas também destacar sua importância clínica em várias situações, desde procedimentos cirúrgicos até o monitoramento de terapias anticoagulantes. Além disso, a compreensão dos mecanismos subjacentes à coagulação sanguínea não é apenas essencial para o diagnóstico e tratamento de distúrbios hemorrágicos, mas também desempenha um papel crucial em muitos outros campos da medicina. Por exemplo, em cirurgia, o conhecimento detalhado da coagulação é fundamental para garantir a segurança do paciente durante procedimentos invasivos. Da mesma forma, na prática da medicina de emergência, entender como controlar rapidamente o sangramento excessivo pode fazer a diferença entre a vida e a morte em casos de trauma grave (Kitchens, 2009).

À medida que avançamos neste capítulo, vamos nos aprofundar nos diferentes componentes do coagulograma, desde os testes de tempo de protrombina (TP) e tempo de tromboplastina parcial ativada (TTPA) até a contagem de plaquetas e os níveis de fibrinogênio. Exploraremos não apenas o que cada um desses testes mede, mas também o que os resultados podem indicar em termos de saúde do paciente e possíveis condições subjacentes. Ao final deste capítulo, esperamos que os leitores tenham uma compreensão sólida da importância do coagulograma e de como ele é fundamental para a prática clínica moderna (Mackman *et al.*, 2018).

Coagulograma

O coagulograma é um método de triagem para avaliar a hemostasia no processo pré-operatório ou em tratamentos que podem ocasionar sangramentos no paciente. Este procedimento é rápido, acessível e pouco invasivo; podendo ser solicitado e realizado em clínicas, laboratórios e hospitais. Seu principal objetivo culmina na avaliação do estado hemostático.

A hemostasia pode ser definida como o equilíbrio entre a hemorragia e a trombose, ou seja, o sangue deve correr no sistema circulatório de maneira fluida. O sangue não pode extravasar, o que caracterizaria uma hemorragia, e não pode coagular, o que caracterizaria um trombo (Yamaguchi *et al.*, 2004).

A hemostasia busca manter o sangue fluido dentro do vaso sanguíneo e, portanto, um desequilíbrio nesse sistema pode acarretar um processo trombótico ou hemorrágico. Como um meio de verificação, o coagulograma através do seu conjunto de testes faz a triagem desse estado, desempenhando um papel imprescindível no que diz respeito ao

diagnóstico e seguimento de tratamento de diversas patologias.

Subdividem-se em duas principais etapas: a hemostasia primária e hemostasia secundária. Ambas são compostas por elementos fundamentais nesse processo. A hemostasia primária corresponde as etapas iniciais de coagulação após a lesão vascular, onde o tampão começa a ser formado através da agregação plaquetária. O quantitativo é explícito através da contagem de plaquetas (quantidade circulante, normalidade e possibilidade de risco de sangramento no procedimento) e o tempo de sangramento (TS). Por sua vez, a hemostasia secundária diz respeito ao processo de reforço e consolidação do tampão plaquetário formado na etapa primária, dado através da conversão do fibrinogênio em fibrina. Competem a essa etapa o tempo de protrombina (TP) que avalia a via extrínseca e a comum, o tempo de tromboblastina parcial ativado (TTPa), que avalia intrínseca e comum e o tempo de trombina que avalia via comum. Ressalta-se ainda que o tampão hemostático ou agregado plaquetário são instáveis, sem resistência mecânica e frágeis. Os coágulos formados após esse processo são estáveis e tem resistência mecânica. E para tanto, atrelados a essas etapas, existe um processo fundamental denominado Fibrinólise, onde ocorre a ativação de mecanismos anti-trombóticos que limitam o tampão plaquetário, e consequentemente, evitam a trombose.

Condições para a solicitação e realização do coagulograma

Os testes geralmente são solicitados por profissionais de saúde aptos à isso, como exemplo médicos e dentistas, com o objetivo de avaliar o equilíbrio entre trombose e hemorragia no paciente, ou seja, no intuito de analisar o estado de hemostasia. Geralmente, o exame não requer um preparo prévio ou jejum obrigatório para sua realização. A depender da situação, pode-se ou não ser solicitado o coagulograma completo e para isso, são necessários alguns critérios para sua requisição: como a anamnese pré-cirúrgica, diagnóstico de doenças hematológicas, acompanhamento do uso de medicações contínuas e estados trombofílicos e pré-trombóticos; e até mesmo para a investigação clínica de distúrbios hemorrágicos. Os critérios classificam-se de forma esquemática abaixo:

Tabela 1. Condições para solicitação do coagulograma e quais testes específicos devem ser solicitados

Condição	Solicita-se
Anamnese pré-operatória	TP, TTPa e contagem de plaquetas
Estados pré-trombóticos	De acordo com o caso do paciente
Investigação clínica prévia	Coagulograma Completo
Acompanhamento medicamentoso – Heparina	TTPa
Acompanhamento medicamentoso – Varfarina	TP

Fonte: Autoria própria, 2024

Fatores pré-analíticos que podem alterar o exame de coagulograma

Atualmente os laboratórios seguem normas para diminuir ou evitar erros no exame de um paciente, podendo influenciar ou não no resultado obtido. Entretanto, é fundamental que o profissional para evitar erros o máximo possível assim não alterando o exame, podendo obter um falso-positivo ou um falso-negativo.

E para impedir erros laboratoriais os laboratórios contém programas de garantia de

qualidade (PGQ), composta por três fases: Pré-analítica, analítica e pós-analítica. Com a dificuldade de identificação de erros, a fase pré-analítica é fundamental para um resultado mais preciso do paciente. E algumas variáveis podendo alterar no exame são o gênero, do paciente, idade, posição, que é extraído o sangue, atividade física, jejum, dieta e uso de fármacos e drogas de abuso.

Importância do coagulograma no diagnóstico de patologias

Alterações nos resultados dos exames de coagulograma caracterizam doenças hematológicas, infecciosas, bem como intoxicações. Além disso, distúrbios genéticos e hereditários, chamados de coagulopatias afetam a coagulação do sangue, mediante a deficiência quantitativa e/ou qualitativa de uma ou até mais proteínas plasmáticas, responsáveis pela coagulação sanguínea, apresentando como característica comum a diminuição da formação de trombina, importante fator para que o sangue seja coagulado corretamente.

Nesse sentido, dentre as coagulopatias mais comuns encontram-se as hemofilias e a doença von Willebrand (DVW). Todavia, apesar de possuir sintomas em comum, o diagnóstico é feito por meio do histórico da herança genética, quadro clínico e exames laboratoriais. Sendo assim, os testes de coagulograma são imprescindíveis para identificar as anomalias sanguíneas, pois verificam o funcionamento do sistema de coagulação.

No que diz respeito a Hemofilia A, esta possui alteração no cromossomo X, afetando, na maioria dos casos, pessoas do sexo masculino. Tal patologia se caracteriza pela deficiência do fator VIII, uma vez que os valores considerados normais são entre 50 a 200%, logo, pacientes com essa doença apresentam resultados inferiores à 50% dessa proteína no plasma.

Já a Hemofilia B (doença de Christmas) apresenta uma incidência menor que a hemofilia A, apesar de terem as mesmas características quanto a hereditariedade, quadro clínico e classificação. A diferença consiste na deficiência do fator plasmático, que nesse caso é o IX.

Denominada Hemofilia C, é a doença de herança autossômica recessiva relacionada à deficiência de fator XI, mais comum entre indivíduos de origem judaica. Os principais sintomas incluem hemorragias referentes à traumas ou a procedimentos cirúrgicos.

No que concerne a Doença von Willebrand (DVW), é uma patologia de herança autossômica dominante, localizada no cromossomo XII, resultante de defeito do fator von Willebrand (FVW).

Existem outras coagulopatias que são raras, como alterações do fibrinogênio, que tem como proteína o fator I, a deficiência de protrombrina, cuja proteína é o fator II, as deficiências dos fatores V, VII, X, XII (também chamada de moléstia de Hageman), XII e as deficiências combinadas. A maioria destas possuem herança genética autossômica recessiva. Além disso, em grande parte dos casos, desenvolvem os mesmos sintomas das doenças sanguíneas mais frequentes, como as hemofilias e DVW.

O Quadro 1 demonstra os sintomas das coagulopatias mais comuns entre os pacientes. No entanto, a gravidade dos sintomas varia entre as pessoas, pois podem ser espontâneos ou pós-traumático, adquirido no nascimento ou diagnosticado ao longo dos anos.



Quadro 1. Características clínicas das patologias hemorrágicas

DOENÇA	SINTOMAS
Hemofilias	<ul style="list-style-type: none"> o Hemartroses o Hematomas o Hematúria o Sangramento gastrointestinal o Sangramento em sistema nervoso central
Doença von Willebrand (DVW)	<ul style="list-style-type: none"> o Sangramento prolongado após cortes o Sangramento do nariz, das gengivas, nas fezes e na urina o Manchas roxas na pele o Fluxo menstrual intenso nas mulheres

Fonte: Autores, 2024.

Componentes, funções específicas e aplicações clínicas

O Coagulograma é um conjunto de exames composto por quatro itens principais: Tempo de Protrombina (TP), tempo de tromboplastina parcial ativada (TTPa), teste de agregação plaquetária e contagem de plaquetas.

Tempo de Protrombina (TP)

É o componente que avalia o tempo de demora da conversão de protrombina em trombina, permitindo a avaliação do funcionamento adequado das vias extrínseca e comum da coagulação que compreende respectivamente o fator tecidual, fator VII; X, V e II, com a finalidade de estimar o controle de anticoagulante oral e avaliar os fatores dependentes da vitamina K. Realiza-se através da coleta de amostra sanguínea que posteriormente é adicionado um ativador da via, após isso, observa-se o tempo de formação do coágulo em segundos. Compreende-se, portanto, que o teste consiste na adição de tromboplastina cálcica in vitro previamente aquecida a 37°C ao plasma citratado do paciente, na mesma temperatura. O tempo de coagulação é obtido após a adição deste reagente ao plasma e a formação do coágulo. Há uma padronização específica para esse teste: o sistema RNI (Relação Normalizada Internacional) que visa uniformizar os resultados de TP de acordo com os materiais e reagentes utilizados, já que eles podem interferir na sensibilidade e no resultado de amostras do mesmo paciente em laboratórios distintos. Quanto mais o INR estiver próximo de 1, é melhor e geralmente, sempre que solicitado o TP deve-se solicitar o INR.

Tempo de Tromboplastina Parcial Ativada (TTPa)

Diferente do componente anterior, este teste atua nas vias intrínseca e final comum da coagulação que compreendem os fatores IX, XI, XII, VIII; X, V e II. O Ministério da Saúde

designa que o TTPa é usado como teste de triagem para detectar deficiências de fatores, presença de anticoagulante lúpico e monitorar níveis de heparina. Ou seja, é amplamente utilizado na avaliação de heparina não fracionada no plasma, em pacientes com hemofilia A e hemofilia B, análise de anticorpos antifosfolípidios, além de considerar os inibidores de fatores de coagulação da via intrínseca e via final comum. O modo como é realizado é semelhante ao Tempo de Protrombina (TP), porém na amostra sanguínea a via ativada é a intrínseca. Inicialmente, ele é mensurado através da incubação da cefalina ativada com plasma, após alguns minutos é adicionado o cloreto de cálcio aquecido. Os resultados obtidos podem ser dados por meio do tempo de coagulação em segundos ou através do comparativo do TTPa do plasma do paciente com o TTPa de um plasma amostral normal.

Contagem de Plaquetas

Também chamado de plaquetograma, o teste é fundamental no coagulograma pois ele estima a quantidade das plaquetas circulantes, geralmente é aplicado na avaliação de plaquetoses e plaquetopenias. Os valores considerados normais variam de acordo com a faixa etária do paciente, que tendem a decrescer conforme a idade. Diante disso, entende-se que taxas acima de 400.000 plaquetas indicam uma trombocitose que corresponde a um estado sanguíneo hipercoagulável; enquanto uma contagem abaixo de 150.000 plaquetas revela uma tendência maior a sangramentos. Este exame é indicado para o diagnóstico de coagulopatias e são expressos também dentro do hemograma.

Teste de Agregação Plaquetária

Nesse teste em específico o maior objetivo não é necessariamente a quantidade de plaquetas, e sim a qualidade e funcionalidade delas para a hemostase. No processo de realização do exame o plasma entra em contato com uma substância ligante que induz a agregação plaquetária. Estes componentes agregantes geralmente são adrenalina, colágeno e ADP. Posteriormente, a amostra é posta no agregômetro que tem por função analisar esta junção plaquetária e esboçar um gráfico que a represente.

Fase pré-analítica do coagulograma: coleta, transporte e armazenamento de amostras

Há fatores que podem interferir direta ou indiretamente na qualidade das amostras utilizadas no coagulograma, e conseqüentemente podem afetar os resultados obtidos. É necessário conhecer as variáveis que podem comprometer a confiabilidade e qualidade das amostras e dos testes, e para isso, é imprescindível saber os critérios que abrangem desde o preparo do paciente e a coleta, até o transporte, controle de qualidade e manipulação dos exemplares.

- Escolha do tubo: esta etapa inicial é imperiosa a correta utilização do tubo adequado bem como da quantidade de citrato de sódio e suas referidas porcentagens que correspondem às amostras, sendo proporcionais ao volume de sangue coletado. Deve-se ao fato de resultados alterados, com atividade de coagulação reduzida ou prolongada, caracterizando a amostra como hipocoagulável ou hipercoagulável;
- Materiais a vácuo: em se tratando de coagulograma, é fundamental a utilização

de tubos de coletas e demais materiais a vácuo, justamente para diminuir a manipulação, evitar a agitação mecânica da amostra e posteriormente promover a ativação da coagulação. Amostras coaguladas são consideradas inadequadas para a realização dos testes e para isso é necessária a homogeneização após a coleta. Além disso, é válido ressaltar que amostras hemolisadas e aquelas contendo agregados de fibrina também não devem ser testadas.

- **Armazenamento:** nessa etapa é fundamental ter conhecimento acerca de temperatura e refrigeração adequada para cada amostra e teste destinado. Por exemplo, o teste do Tempo de Protrombina (TP) requer temperatura ambiente por até quatro horas para o volume de sangue coletado, enquanto que para o plasma existem condições mais específicas de conservação, que podem até mesmo necessitar de congelamento a -70°C quando for o caso. Levando em consideração que as amostras de TTPa são menos estáveis, é preferível que elas sejam priorizadas em relação ao TP, devido sua rápida degradação.

Tecnologia para melhorar o exame de coagulograma

Melhorar o exame de coagulograma envolve aprimorar tanto os aspectos técnicos quanto os processos envolvidos na realização e interpretação dos resultados. Aqui estão algumas tecnologias e abordagens que podem contribuir para esse aprimoramento:

- **Automação Laboratorial:** A introdução de sistemas automatizados de análise de amostras pode aumentar a eficiência e a precisão dos testes de coagulação. Equipamentos modernos podem realizar múltiplos testes simultaneamente, reduzindo o tempo de análise e minimizando erros humanos.
- **Testes Point-of-Care (POC):** Desenvolvimento de dispositivos portáteis e de fácil utilização para realizar testes de coagulação no local de atendimento, como consultórios médicos ou salas de emergência. Isso permite diagnósticos rápidos e facilita o monitoramento de pacientes em tempo real.
- **Tecnologias de Microfluidos:** Utilização de microchips ou dispositivos microfluídicos para realizar testes de coagulação em volumes muito pequenos de amostras sanguíneas. Essa abordagem permite uma análise mais rápida, reduzindo o tempo de processamento e o desperdício de reagentes.
- **Inteligência Artificial (IA) e Análise de Dados:** Implementação de algoritmos de IA para análise de dados de coagulogramas, permitindo a detecção automática de padrões e anomalias nos resultados. Isso pode ajudar os profissionais de saúde a interpretar os resultados com mais precisão e identificar distúrbios de coagulação de forma mais eficiente.
- **Sistemas de Informação Laboratorial (LIS):** Integração de sistemas de informação laboratorial para gerenciar e rastrear todo o processo de realização do exame, desde a solicitação até a geração do resultado. Isso melhora a eficiência operacional e garante a rastreabilidade e segurança dos dados.
- **Tecnologias de Coleta de Amostras:** Desenvolvimento de dispositivos avançados para coleta de amostras sanguíneas, como agulhas mais finas e menos invasivas, para minimizar o desconforto do paciente durante o procedimento.
- **Tecnologias de Realidade Virtual e Simulação:** Treinamento de profissionais de saúde usando simulações de realidade virtual para aprimorar suas habilidades na

coleta de amostras e interpretação de resultados de coagulograma. Isso pode melhorar a qualidade do atendimento ao paciente e reduzir erros causados pela falta de experiência.

A implementação dessas tecnologias pode ajudar a melhorar a precisão, eficiência e acessibilidade do exame de coagulograma, garantindo melhores resultados para os pacientes e profissionais de saúde.

O capítulo abordou de maneira simples e prática a importância do coagulograma na avaliação da coagulação sanguínea, destacando sua relevância clínica em diversas situações, desde procedimentos cirúrgicos até o monitoramento de terapias anticoagulantes. São apresentados os principais componentes do coagulograma, incluindo o tempo de protrombina (TP), tempo de tromboplastina parcial ativada (TTPa), contagem de plaquetas e teste de agregação plaquetária, com suas funções específicas e aplicabilidades clínicas em diagnósticos de distúrbios hemorrágicos e trombóticos.

Além disso, discutidos os critérios para a solicitação do exame, os fatores pré-analíticos que podem interferir nos resultados e as boas práticas para coleta, transporte e armazenamento das amostras, visando garantir a confiabilidade dos resultados. O capítulo também ressalta a importância do coagulograma no diagnóstico de diversas patologias, como as hemofilias e a doença de von Willebrand, proporcionando uma compreensão abrangente sobre a utilidade desse exame na prática clínica.

Exercícios de fixação

1. Quais profissionais podem solicitar o coagulograma? Com quais propósitos?
2. Quais fatores pré-analíticos podem interferir na interpretação do coagulograma?
3. O coagulograma configura um conjunto de avaliações laboratoriais. Quais são elas?
4. Qual tubo deve ser utilizado para coleta do coagulograma?
5. De que forma as novas tecnologias podem melhorar a realização do coagulograma?

Referências

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 333, de 19 de novembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Especializada. **Manual de tratamento das coagulopatias hereditárias**, Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/06_1132_M.pdf. Acesso em: 25 abr. 2024.

KITCHENS, Craig S. **Thrombocytopenia and thrombosis in disseminated intravascular coagulation (DIC)**. ASH Education Program Book, v. 2009, n. 1, p. 240-246, 2009.

MACKMAN, Nigel et al. Dual anticoagulant and antiplatelet therapy for coronary artery disease and peripheral artery disease patients. **Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology**, v. 38, n. 4, p. 726-732, 2018.

PIMENTA, DALILA ZULATO; JÚNIOR, GERSON ZANUSSO. **Principais fatores pré-analíticos interferentes nos exames laboratoriais do coagulograma completo**. Uningá Review, v. 25, n. 3, 2019. Disponível em: <https://>



revista.uninga.br/uningareviews/article/download/1780/1386 Acesso em: 12 de abr de 2024.

PINHEIRO, Yago Tavares et al. Hemofilias e Doença de von Willebrand: uma revisão de literatura. **ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION**, v. 6, n. 5, 2017. Disponível em: <http://archhealthinvestigation.emnuvens.com.br/ArchI/article/view/2060>. Acesso em: 25 abr. 2024.

SANTOS, Paulo Caleb Júnior de L. **Hematologia** - Métodos e Interpretação -Série Análises Clínicas e Toxicológicas. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2012. 978-85-412-0144-5. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-412-0144-5/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

VASCONCELOS, Rosangela Batista. **Coagulograma: hemostasia: mecanismos de coagulação e avaliação laboratorial**. 2022.

WILLIAMSON, Mary A.; SNYDER, L M. Wallach | **Interpretação de Exames Laboratoriais**, 10ª edição. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2015.9788527728652. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527728652/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

YAMAGUCHI, Fabio Yoriakai et al. Sarcoma retroperitoneal gigante. **Arquivos Médicos do ABC**, v. 29, n. 2, 2004.

Capítulo 9

Gasometria: interpretação e importância no pré- operatório pediátrico

Tauane Sacramento Pereira
Jorge Luiz Dutra Júnior
Jenniffer Pamella Balan
Caroline Mendes Santos
Antonio Erlindo Braga Junior
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução

No contexto do manejo hospitalar pediátrico, especialmente em encaminhamentos cirúrgicos, a condição respiratória e metabólica se apresenta como um importante marcador do quadro do paciente. Para tal, a gasometria é um exame de referência que avalia as condições de saturação de oxigênio no sangue arterial, do equilíbrio ácido-base e da ventilação alveolar, pois em casos críticos, todo o quadro clínico é influenciado por esses fatores (Freitas *et al.*, 2020).

No cenário pré-operatório é imprescindível entender as formas de interpretação do exame, aplicando as particularidades do paciente, buscando reduzir o risco de complicações intra e pós-operatórias. Nesse sentido, esse capítulo busca enfatizar a relevância do princípio da gasometria, esclarecer a interpretação clínica, assim como possíveis interferentes na interpretação e valores de referência para todas as idades.

Princípio e importância da gasometria

A gasometria consiste em um exame de caráter invasivo que busca expressar valores de pH sanguíneo, o potencial hidrogeniônico, da pressão de oxigênio (PaO₂), do íon Bicarbonato (HCO₃), saturação da oxi-hemoglobina e da pressão parcial de gás carbônico que pode ser expresso por PaCO₂ ou PCO₂, avaliando especialmente o equilíbrio ácido básico orgânico (Rocha, 2022),

A coleta da amostra pode ser tanto de sangue arterial quanto venoso, mas a escolha depende do objetivo da avaliação. Assim, quando se busca uma avaliação da performance pulmonar, é necessário colher o sangue arterial, uma vez que este é o produto resultante da oxigenação por meio da hematose e possibilitará o cálculo dos níveis de oxigênio que está sendo ofertado aos sistemas (Simões, 2025).

Por meio da gasometria arterial, é possível avaliar a efetividade da hematose, a qualidade da troca de oxigênio sistêmico tissular e os sistemas de tampões do organismo. Desse modo, o procedimento busca nortear possíveis intervenções para correção de desequilíbrios proveniente de infecções graves e overdoses ou associados ao comprometimento ácido-base endócrino, renal ou cardíaco (Freitas *et al.*, 2020).

No entanto, a gasometria arterial (GA) não está disponível em vários ambientes de saúde, como cuidados prolongados em campo e evacuação aeromédica, mesmo sendo necessária para um diagnóstico objetivo de IRA. Embora a PaO₂/FiO₂ derivada da gasometria arterial continue sendo o padrão-ouro do diagnóstico de insuficiência respiratória aguda, a SpO₂/FiO₂ tem sido investigada como potencial substituta. A oximetria de pulso tem sido reconhecida como uma ferramenta útil para detectar hipoxemia em instalações com poucos recursos e sem dispositivos de gasometria (Carvalho *et al.*, 2022)

Coleta do Exame

A gasometria arterial é um exame diagnóstico essencial na avaliação de distúrbios do equilíbrio ácido-base, oxigenação tecidual e ventilação pulmonar. Para garantir a precisão dos resultados e a segurança do paciente, o procedimento deve ser realizado exclusivamente por profissionais de saúde capacitados e devidamente treinados. A punção arterial,

necessária para a realização da gasometria, é um procedimento que exige competência técnica e científica, devendo ser analisada quanto ao risco e benefício para o paciente (Coelho, 2022).

A coleta de gasometria arterial está inserida nos processos de laboratório clínico, sendo iniciada com a solicitação do exame. Esse processo é dividido em etapas, sendo elas: etapa pré-analítica, coleta e cuidados pós-coleta (Coelho, 2022).

Etapa pré-analítica do exame de gasometria

- Solicitação do Exame: a gasometria arterial deve ser solicitada por um médico, com base na avaliação clínica do paciente (Coelho, 2022);
- Anamnese e avaliação clínica: é fundamental realizar uma anamnese detalhada e avaliar clinicamente o paciente, verificando a oximetria de pulso ou fluxo Doppler. Além disso, deve-se revisar a existência de intercorrências, como trauma, canulação da artéria radial, uso de anticoagulantes e outras condições que possam interferir no procedimento (Coelho, 2022).
- Escolha da artéria: a coleta é preferencialmente realizada na artéria radial, com opções secundárias nas artérias braquial e femoral. A escolha do local da punção deve considerar a disposição de acesso ao vaso e o tipo de tecido periarterial, uma vez que músculos, tendões e gordura são menos sensíveis à dor do que o perióstio e as fibras nervosas (Coelho, 2022; Dassie, 2017; Aguiar, 2017; Pinto *et al.*, 2017; Araújo, 2003).
 - a) Artéria Radial: Localizada ao nível do túnel do carpo, é o local preferencial. Para localizá-la, estende-se o pulso do paciente para trazê-la para uma posição mais superficial. Palpa-se o processo estilóide do rádio e o tendão flexor radial do carpo. A artéria radial está localizada entre ambos.
 - b) Artéria Braquial: Deve ser escolhida somente se a circulação colateral da artéria radial for insuficiente após o teste de Allen modificado ou se o acesso à artéria radial estiver difícil.
 - c) Artéria Femoral: Deve ser utilizada como última opção.
- Orientação ao Paciente e/ou Responsáveis: é essencial orientar o paciente e/ou os pais da criança sobre o procedimento, explicando detalhadamente o que será realizado para que possam auxiliar nos cuidados durante e após o procedimento (Coelho, 2022; Dukić *et al.*, 2016).

Avaliação da Perfusão Periférica e Teste de Allen

O teste de Allen deve ser realizado antes da punção da artéria radial para avaliar se a artéria ulnar pode proporcionar boa perfusão em caso de hematoma na artéria radial. O método consiste em comprimir as artérias radial e ulnar, solicitando que o paciente abra e feche a mão com firmeza de cinco a dez vezes. Após as flexões, observa-se a palidez palmar. Em seguida, libera-se a compressão na artéria ulnar e registra-se o tempo de reperfusão, que deve ocorrer em menos de 15 segundos (Coelho, 2022; Porto; Albuquerque; Torres, 2020; González, 2017).

Materiais necessários para coleta de gasometria

O profissional deve reunir todo o material necessário antes de iniciar o procedimento, garantindo que a coleta seja realizada sem interrupções. Os materiais incluem (Coelho, 2022):

- Prescrição médica;
- Bandeja;
- Luvas de procedimento;
- Algodão ou gaze estéril;
- Seringa descartável heparinizada com lítio (ou lavar a seringa com 1 ml de anticoagulante, se não estiver preparada);
- Agulha 20G ou menor (preferencialmente 25x7,0 mm);
- Antisséptico (álcool 70% ou clorexidina alcoólica 0,5%);
- Curativo adesivo estéril;
- Etiqueta de identificação;
- Caixa coletora de perfurocortantes

Cuidados Especiais na coleta de gasometria

Erros decorrentes da fase pré-analítica, relacionados a problemas na coleta, conservação e transporte da amostra sanguínea, podem ocasionar alterações significativas nos resultados, comprometendo a precisão do diagnóstico e o tratamento do paciente (Porto *et al.*, 2020; Dassie, 2017). Para evitar tais erros, é essencial adotar uma sequência uniforme e padronizada de ações, que inclui a atualização continuada das práticas e a implementação de protocolos que visem à segurança do paciente e à viabilidade da amostra (Aguilar, 2017).

A seringa utilizada na coleta de sangue arterial deve ser heparinizada para evitar a coagulação da amostra. No entanto, a heparina, por ter uma fórmula ácida, pode interferir nos valores do gás carbônico (CO_2) e do bicarbonato (HCO_3^-). Por isso, recomenda-se o uso de heparina liofilizada. Na ausência desta, a heparina líquida pode ser utilizada com cautela (Porto *et al.*, 2020; Dassie, 2017; DUKIĆ *et al.*, 2016).

A umidificação do êmbolo da seringa deve ser feita com 0,1 mL de heparina para, no máximo, 2 mL de sangue. Seringas divididas em subunidades facilitam a mensuração da heparina necessária. Em algumas instituições, são utilizadas seringas específicas para coleta e análise de gases, que já contêm a proporção adequada de anticoagulante (Porto *et al.*, 2020; Dassie, 2017; Dukić *et al.*, 2016).

Pacientes sob ventilação mecânica devem manter uma fração inspiratória de oxigênio (FiO_2) constante. Recomenda-se aguardar de 10 a 20 minutos após alterações recentes na FiO_2 para realizar a coleta, uma vez que intervenções como aspiração de secreções, manobras fisioterápicas, uso de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) ou pressão positiva a dois níveis (BiPAP) podem alterar temporariamente a pressão parcial de oxigênio (PaO_2) e a pressão parcial de gás carbônico (PaCO_2) (Porto *et al.*, 2020; González, 2017).

O posicionamento do paciente no leito também deve ser considerado, pois a PaO_2 e a saturação periférica de oxigênio (SpO_2) podem variar com mudanças de decúbito, especialmente em pacientes com condições patológicas específicas. Além disso, o conforto

físico e emocional do paciente é fundamental para manter um ritmo respiratório estável, que influencia diretamente na FiO_2 (Gimenes *et al.*, 2016).

Técnica de Punção para Coleta de Gasometria Arterial

O braço do paciente deve ser posicionado de acordo com o local a ser puncionado (Coelho, 2022). Após a higienização das mãos, calçar as luvas de procedimento e realizar a antisepsia da pele com álcool 70% ou clorexidina alcoólica, em movimentos circulares, para prevenir a entrada de microrganismos no vaso sanguíneo (Coelho, 2022; Pinto *et al.*, 2017; Brasil, 2017).

Passo a passo da coleta de gasometria (Coelho, 2022)

- Palpar a artéria usando os dedos indicador e médio de uma das mãos.
- Posicionar o bisel da agulha voltado para cima.
- Inserir a agulha em ângulo de 30° a 45° (radial/braquial) ou 90° (femoral).
- Avançar a agulha lentamente até que o sangue arterial flua espontaneamente para a seringa. Não puxar o êmbolo da seringa; porém, em pacientes com hipotensão grave, não há pressão suficiente para preencher a seringa. Nesses casos, se a aspiração for necessária, deve ser feita de forma suave
- O volume a ser coletado é de 0,5 ml.
- Após a coleta, remover lentamente a agulha.

Técnica da Coleta

O preenchimento da seringa pelo sangue pulsátil ocorre de forma espontânea. No entanto, em pacientes com hipotensão grave, a pressão arterial pode ser insuficiente para preencher a seringa. Nesses casos, a aspiração deve ser realizada de forma suave, evitando a formação de bolhas de ar, que podem alterar os valores da PaO_2 (Porto *et al.*, 2020; Pinto *et al.*, 2017).

Cuidados Pós-Punção

- Compressão do Local: após a coleta, comprimir o local com gaze estéril por 5 a 10 minutos. Em casos de punção da artéria femoral ou pacientes anticoagulados, a compressão deve ser mais prolongada (10 a 15 minutos) (Coelho, 2022).
- Realização de Curativo: aplicar um curativo adesivo estéril no local da punção (Coelho, 2022).
- Conforto do Paciente: deixar o paciente confortável e monitorar possíveis complicações, como equimose, hematomas ou retenção urinária (no caso de punção femoral) (Coelho, 2022).

Procedimento Pós-coleta

Após a coleta, é fundamental retirar imediatamente as bolhas de ar que possam ter se formado, garantindo o fechamento hermético da seringa com tampa de borracha ou massa de laboratório específica. A seringa deve ser rotacionada suavemente entre as palmas das mãos para homogeneizar a amostra e o anticoagulante, evitando a formação de coágulos que podem comprometer o pH e a PaCO₂ (Porto *et al.*, 2020; Dukić *et al.*, 2016; González, 2017).

Contaminação do Sangue Arterial com Sangue Venoso

O sangue venoso, rico em CO₂ e com baixa PaO₂, não é ideal para a avaliação da oxigenação do corpo. Sua coloração é mais escura em comparação ao sangue arterial, e sua contaminação pode levar a resultados imprecisos (Dukić *et al.*, 2016; González, 2017).

Armazenamento e Transporte

A amostra deve ser analisada imediatamente ou dentro de 10 a 15 minutos em temperatura ambiente. Caso não seja possível, a amostra pode ser armazenada em gelo por até uma hora. O armazenamento prolongado pode resultar em aumento da PaCO₂, diminuição da PaO₂ e alterações no pH (Porto *et al.*, 2020; Malheiros *et al.*, 2019). Homogeneizar a amostra fazendo inversões verticais nas palmas das mãos, dissolvendo a heparina e eliminando bolhas que possam interferir nos resultados (Porto; Albuquerque; Torres, 2020; Aguiar, 2017; Dukić *et al.*, 2016; González, 2017; Malheiros *et al.*, 2019).

1. Identificação da Amostra: diferenciar a seringa com uma etiqueta contendo o nome do paciente, leito e horário da coleta (Coelho, 2022).
2. Transporte da Amostra: o material coletado deve ser encaminhado imediatamente ao laboratório, preferencialmente em até 10 minutos. Caso não seja possível, a amostra deve ser mantida em gelo (Porto; Albuquerque; Torres, 2020; Aguiar, 2017; Dukić *et al.*, 2016; González, 2017; Malheiros *et al.*, 2019).

Interpretação do Exame

Para interpretar corretamente uma gasometria, é essencial seguir uma abordagem sistemática. O primeiro passo é avaliar o pH, que indica se há um distúrbio ácido-base e sua direção: acidose (pH < 7,35) ou alcalose (pH > 7,45). Em seguida, é analisada a PaCO₂ (pressão parcial de dióxido de carbono). Se a PaCO₂ estiver aumentada (> 45 mmHg), sugere uma acidose respiratória, indicando hipoventilação. Se estiver diminuída (< 35 mmHg), aponta para alcalose respiratória, sugerindo hiperventilação (Martin-Arsenius, 2024).

O próximo parâmetro a ser avaliado é o bicarbonato (HCO₃⁻), que reflete a compensação metabólica. Se o HCO₃⁻ estiver reduzido (< 22 mEq/L), indica acidose metabólica, e se estiver elevado (> 26 mEq/L), sugere alcalose metabólica. Além disso, a análise da compensação é essencial: o organismo tenta restaurar o equilíbrio ajustando a ventilação (para distúrbios metabólicos) ou modificando a excreção renal de ácido ou base (para distúrbios respiratórios). Em distúrbios mistos, alterações simultâneas em PaCO₂ e HCO₃⁻ podem ocorrer, exigindo uma avaliação detalhada para diferenciar quadros compensados de de-

seqüilíbrios primários (Martin-Arsenios, 2024).

Interferentes na interpretação

Tabela 1. Valores de referência para cada idade

Faixa Etária	pH	PaCO ₂ (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)	HCO ₃ ⁻ (mEq/L)	BE (mEq/L)	SpO ₂ (%)
Recém-nascido (0-24h)	7,20 - 7,30	45 - 55	40 - 60	18 - 22	-4 a -2	85 - 90
Neonato (1-28 dias)	7,25 - 7,35	40 - 50	50 - 70	20 - 24	-3 a +1	89 - 93
Lactente jovem (1-6 meses)	7,30 - 7,40	35 - 45	60 - 80	22 - 26	-2 a +2	92 - 96
Lactente maior (6-12 meses)	7,34 - 7,44	32 - 42	75 - 90	22 - 26	-2 a +2	94 - 97
Pré-escolar (1-5 anos)	7,35 - 7,45	30 - 40	80 - 100	22 - 26	-2 a +2	≥ 97
Escolar (6-12 anos)	7,35 - 7,45	35 - 45	80 - 100	22 - 26	-2 a +2	≥ 97

Fonte: Oliveira, 2018.

A análise amostral sanguínea, especialmente a gasometria arterial, é um procedimento crítico que exige do enfermeiro conhecimentos técnicos e práticos para garantir a segurança e a qualidade em todas as etapas, desde o preparo até a coleta e o transporte da amostra. Além disso, o profissional deve estar apto a interpretar os resultados dos gases avaliados, visando a tomada de decisões clínicas adequadas (Porto *et al.*, 2020; Dassie, 2017).

Exercícios de fixação

1. A gasometria é um exame laboratorial que une diversas análises. Cite pelo menos três analitos presentes em uma gasometria.
2. Existem dois tipos de exame de gasometria: arterial e venosa. Quando cada um deles deve ser solicitado?
3. Como deve ser feita a escolha para a artéria adequada para a coleta de gasometria?
4. No que consiste o teste de Allen?
5. Como deve ser realizada a interpretação da gasometria no que diz respeito à origem da acidose ou alcalose? Cite os analitos envolvidos.

Referências

AGUIAR, M. M. Coleta de sangue arterial para gasometria: construção de um procedimento operacional pa-



drão [dissertação]. Florianópolis: **Universidade Federal de Santa Catarina**; 2017.

ARAÚJO S. Acessos venosos centrais e arteriais periféricos – Aspectos técnicos e práticos. **Rev Bras Ter Intensiva**. 2003 Abr–Jun;15(2):70–82.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Medidas de prevenção de infecção relacionada à assistência à saúde Anvisa. Brasília: **Anvisa**; 2017. (Série Segurança do Paciente e Qualidade em Serviços de Saúde Medidas).

CARVALHO, E. B. DE et al. Justificativa e limitações da SpO₂/FiO₂ como possível substituta da PaO₂/FiO₂ em diferentes cenários pré-clínicos e clínicos. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 34, n. 1, 2022.

COELHO, Kacielle Mara Rocha. Procedimento operacional padrão para cuidados de enfermagem na coleta de gasometria arterial em pediatria. Orientador: Jane Cristina Anders. 2022. Dissertação (Mestrado profissional) - Curso de Enfermagem, **Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2022.

DASSIE, J. A. A fase pré-analítica na análise gasométrica [dissertação]. Maringá: **Unicesumar**; 2017.

DUKIĆ, L. et al. Teste de gases sanguíneos e medições relacionadas: recomendações nacionais em nome da Sociedade Croata de Bioquímica Médica e Medicina Laboratorial. **Biochem Med**, v. 26, n. 3, p. 318–36, 2016. <https://doi.org/10.11613/BM.2016.036>

FREITAS, Maria Amanda dos Santos, et al. Princípios analíticos da gasometria arterial. **RBAC**, v. 52, n. 4, p. 318–21, 2020. Disponível em: <http://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2021/04/RBAC-vol-52-4-2020-ref-898.pdf> Acesso em: 06 de março, 2025.

GIMENES, F. R. E. et al. Intervenção de enfermagem: coleta de sangue arterial. In: Aprender para cuidar em enfermagem: situações específicas de aprendizagem: volume II. **Disciplins USP** 2016.

GONZÁLEZ, N. C. Desequilíbrio hidroeletrólítico e acidobásico. In: VIANA, R. A. P. P.; TORRE, M. (org.). **Enfermagem em terapia intensiva práticas integrativas**. Barueri: **Manole**; 2017. p. 367–98.

MALHEIROS, N. S. et al. Alterações dos valores gasométricos decorrentes do tempo de exposição da amostra. **Rev Nurs**, v. 22, n. 225, p. 3101–4, 2019.

MARTIN ARSENIOS, Daniel Augusto, et al. Interpretação de gases arteriais sanguíneos: revisão de tema. **Revista Científica de Ciências da Saúde**, v. 6, e6302, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.53732/rccsa-lud/2024.e6302>

OLIVEIRA, Reynaldo Gomes de. **Blackbook Pediatria**. 5. ed. São Paulo: **Blackbook**, 2018. 864 p. ISBN 978-85-99130-07-0.

PINTO, J. M. A. et al. Gasometria arterial: aplicações e implicações para a enfermagem. **Rev Amaz Sci Health**, v. 5, n. 2, p. 33–9, 2017. <https://doi.org/10.18606/2318-1419/amazonia.sci.health.v5n2p33-39>

PORTO, V. A.; ALBUQUERQUE, A. M.; TORRES, V. S. F. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e acidobásico: implicações práticas. In: VIANA, R. A. P. P. et al. (org.). **Enfermagem em terapia intensiva: práticas e vivências**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed; 2020. p. 137–51.

ROCHA, C., Kacielle Mara. Procedimento operacional padrão para cuidados de enfermagem na coleta de gasometria arterial em pediatria. **Repositório Institucional UFSC**, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/241711>. Acesso em: 06 de março, 2025.

SIMÕES, A. GASOMETRIA: INTERPRETAÇÃO E QUANDO INTERVIR. **UTI Neonatal MED BR**. Disponível em: <https://www.utineonatal.med.br/novo>. Acesso em: 7 mar. 2025.

UFGD. **Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados**. Coleta de gasometria arterial em pediatria. Procedimento Operacional Padrão POP.DE.088. Dourados, MS, 2022

Capítulo 10

Exames laboratoriais no diagnóstico de pancreatite

Rubens de Paulo Rodrigues
Sarah Menezes Albuquerque de Oliveira
Itallo Oliveira Dias Correia
Jennifer Pamella Balan
Caroline Mendes Santos
Antonio Erlindo Braga Junior
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução

A pancreatite tornou-se uma condição cada vez mais frequente nas últimas décadas, sendo uma das principais causas de internação hospitalar devido à intensidade de seus sintomas. Sua etiologia é variável e pode ser identificada em aproximadamente 80% dos casos. No entanto, quando a causa subjacente não pode ser determinada, a condição é classificada como pancreatite idiopática (Braga *et al.*, 2022).

A progressão da pancreatite pode ser classificada em pancreatite aguda (PA), pancreatite aguda recorrente (PAR) e pancreatite crônica (PC). A PA manifesta-se como um episódio súbito de inflamação pancreática, com duração inferior a seis meses. Quando ocorrem múltiplos episódios de PA, a condição passa a ser denominada pancreatite aguda recorrente. Já a pancreatite crônica é caracterizada por um processo inflamatório persistente, com evolução superior a seis meses, resultando em fibrose, dor crônica, atrofia pancreática, calcificações, distorção e estenose dos ductos pancreáticos, além de comprometimento das funções endócrina e exócrina do órgão (Braga *et al.*, 2022).

O diagnóstico de pancreatite aguda é fundamentado na presença de pelo menos dois dos três critérios clínico-laboratoriais estabelecidos. O primeiro é a manifestação de dor abdominal típica, geralmente localizada na região epigástrica. O segundo critério é a elevação dos níveis séricos de amilase ou lipase em mais de três vezes o limite superior da normalidade, sendo a lipase um marcador mais sensível e específico para a doença. Por fim, exames de imagem, como tomografia computadorizada ou ressonância magnética, podem revelar alterações características da inflamação pancreática, complementando a investigação diagnóstica (Braga *et al.*, 2022).

A avaliação clínica isolada muitas vezes não é suficiente para determinar com precisão a gravidade do quadro, tornando os exames laboratoriais ferramentas essenciais no manejo da doença. A dosagem de enzimas pancreáticas, como lipase e amilase, desempenha um papel central no diagnóstico, enquanto marcadores inflamatórios, como proteína C-reativa (PCR) e procalcitonina, auxiliam na avaliação da severidade da inflamação. Além disso, exames como hemograma, eletrólitos, função renal e perfil hepático fornecem informações complementares cruciais para o monitoramento e a estratificação do risco (Braga *et al.*, 2022).

Amilase

A amilase sérica é uma enzima importante no diagnóstico da pancreatite aguda, com elevação rápida após o início dos sintomas. O valor normal de amilase geralmente é abaixo de 160 U/L. Sua sensibilidade é alta nos primeiros dias, mas a especificidade aumenta com níveis mais elevados. No entanto, em casos de pancreatite crônica avançada, os níveis podem ser normais devido à destruição do tecido pancreático, ou seja, quando não há mais enzimas para serem liberadas. Além disso, a hipertrigliceridemia pode levar a níveis artificialmente baixos de amilase (Oliveira *et al.*, 2023).

Embora de grande utilidade, a amilase tem suas limitações como ferramenta de diagnóstico. A maior parte da amilase no corpo vem das glândulas salivares, o que pode distorcer os resultados dos exames. Além disso, quando há inflamação ou bloqueio no intestino, a amilase pode ser absorvida em excesso. Outras condições específicas, como a macroamilasemia (quando a amilase se liga a proteínas no sangue) e a insuficiência renal (que

dificulta a eliminação da amilase), também podem levar a um aumento nos níveis de amilase (Oliveira *et al.*, 2023).

É importante observar que diversas doenças abdominais, como inflamação da vesícula biliar, cálculos biliares, falta de fluxo sanguíneo no intestino, apendicite e gravidez ectópica, podem causar um aumento na amilase. No entanto, nesses casos, os níveis de amilase geralmente não ultrapassam 3 a 5 vezes o limite normal. Essa diferença nos níveis de amilase é crucial para distinguir a pancreatite aguda de outras doenças (Oliveira *et al.*, 2023).

Lipase

A lipase também é uma enzima amplamente utilizada no diagnóstico da pancreatite aguda (PA), sendo considerada um marcador mais específico e acurado em comparação com a amilase. Seus níveis séricos (normal: até 140 U/L) apresentam elevação precoce, entre 3 a 6 horas após o início dos sintomas, atingindo o pico em aproximadamente 24 horas. Além disso, sua persistência prolongada, de 10 a 14 dias, torna a lipase uma ferramenta diagnóstica valiosa, especialmente em casos onde a amilase já retornou aos valores normais. A especificidade elevada (96%) da lipase contribui para sua maior confiabilidade no diagnóstico da PA, reduzindo a possibilidade de falsos positivos associados a outras condições que podem cursar com hiperamilasemia (Bonadiman *et al.*, 2023).

Hemograma

Além das enzimas pancreáticas, diversos exames laboratoriais auxiliam no prognóstico da pancreatite e na avaliação de suas complicações. O hemograma, apesar de não ser útil no diagnóstico da doença, pode indicar leucocitose (> 11000 células/mm³) e aumento do hematócrito ($> 50\%$ no homem ou $> 45\%$ na mulher), sugerindo um processo inflamatório sistêmico e possível hemoconcentração, especialmente em casos mais graves (Bonadiman *et al.*, 2023).

Função renal

A pancreatite aguda, especialmente em sua forma grave, pode levar à lesão renal aguda (LRA), tornando a avaliação da função renal crucial. Nesse contexto, dois exames importantes são a creatinina sérica e o débito urinário. A creatinina, produzida pelo metabolismo muscular, indica a capacidade de filtração renal, com valores de referência entre 0,7 e 1,3 mg/dL para homens e 0,6 e 1,2 mg/dL para mulheres. O débito urinário, normalmente acima de 0,5 mL/kg/hora, é crucial, sendo que uma diminuição (oligúria) também pode indicar LRA, requerendo intervenção imediata (Nassar; Qunibi, 2019).

Função hepática

As transaminases (AST e ALT) e a desidrogenase lática (LDH), embora também não sejam específicas para o diagnóstico da pancreatite, são importantes no prognóstico, pois seu aumento está associado a lesões celulares mais extensas, indicando casos de maior gravidade (Bonadiman *et al.*, 2023).



Perfil lipídico

O lipidograma, apesar de não ser considerado essencial para diagnóstico ou prognóstico, tem um papel relevante na identificação da hipertrigliceridemia como fator etiológico, especialmente quando os níveis de triglicérides ultrapassam 1000 mg/dL, pois representa um risco significativo para o desenvolvimento da pancreatite (Bonadiman *et al.*, 2023).

Exercícios de fixação

1. Quais os critérios clínicos para diferenciar a pancreatite aguda, a pancreatite aguda recorrente e a pancreatite crônica?
2. Quais os critérios clínico-laboratoriais para o diagnóstico de pancreatite? Quantos deles o paciente precisa apresentar para confirmar o diagnóstico?
3. Qual marcador laboratorial mais específico e acurado para o diagnóstico de pancreatite?
4. Quais outros exames laboratoriais devem ser solicitados para avaliar uma suspeita de pancreatite?

Referências

BONADIMAN, A. *et al.* Pancreatite aguda. **Revista Científica Instituto Dr. José Frota**, n. 3, 2023.

BRAGA, W. G. *et al.* Pancreatite: fisiopatologia, diagnóstico e manejo terapêutico. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 5, 2022.

NASSAR, T. I.; QUNIBI, W. Y. AKI Associated with Acute Pancreatitis. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, v. 14, n. 7, 2019.

OLIVEIRA, F. D. B. *et al.* Pancreatite aguda e seus aspectos gerais. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 12, 2023.

Capítulo 11

Exames laboratoriais no diagnóstico de doenças hepáticas

Erivelton Silva Pinto Júnior
Izabella de Souza Rabelo
Jenniffer Pamella Balan
Caroline Mendes Santos
Antonio Erlindo Braga Junior
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução

As doenças hepáticas na infância englobam uma variedade de condições, desde alterações congênitas até doenças adquiridas. A atresia biliar, por exemplo, é uma obstrução das vias biliares que pode levar à colestase e à cirrose se não tratada precocemente. As hepatites virais, especialmente a hepatite A, são comuns nessa faixa etária, enquanto a doença hepática gordurosa não alcoólica tem aumentado devido à obesidade infantil (Ferreira *et al.*, 2014).

Doenças metabólicas, como a Doença de Wilson e a hemocromatose, comprometem o fígado devido ao acúmulo de substâncias tóxicas. Além disso, deficiências enzimáticas, como a de alfa-1 antitripsina, e síndromes colestáticas genéticas, como a de Alagille, podem afetar a função hepática. Infecções neonatais e tumores, como o hepatoblastoma, também estão entre as principais enfermidades hepáticas pediátricas (Mazzoni; Lessa; Zamberlan, 2022)

O uso de testes bioquímicos séricos desempenha um papel fundamental no diagnóstico e no acompanhamento das doenças hepáticas, fornecendo informações importantes sobre o estado do fígado. No entanto, a interpretação de um único teste é limitada e, por isso, deve ser realizada com base na análise conjunta da história clínica do paciente, sintomas e outros exames complementares. Sendo assim, dentre os principais testes bioquímicos usados para avaliar a função hepática, destacam-se os marcadores de lesão hepatocelular, como as aminotransferases (AST e ALT), a fosfatase alcalina (FA) e a gama-glutamiltransferase, que indicam danos às células do fígado. Além disso, os testes de metabolismo hepático, como a bilirrubina, ajudam a avaliar a capacidade de processamento e excreção de produtos tóxicos pelo fígado. Outrossim, exames como a dosagem de albumina sérica e tempo de protrombina (TP) são úteis, ao passo que monitoram a função sintética hepática, avaliando a produção de proteínas essenciais e a coagulação sanguínea, respectivamente (SCP, 2021).

Relação AST/ALT

Isoladamente os valores referentes à AST (aspartato aminotransferase), também chamada no passado de transaminase glutâmico-oxalacética (GOT), e de ALT (alanina aminotransferase), antes denominada de transaminase glutâmico-pirúvica, fornecem dados importantes sobre a saúde hepática e ao serem analisadas em conjunto tem grande valor diagnóstico. Em crianças, os níveis médios de ALT variam de 17 a 21 U/L em meninos e de 14 a 20 U/L em meninas, com o percentil 97 (comumente utilizado como valor de corte) de 29 a 38 e de 24 a 32 U/L, respectivamente (Murphy, 2019; SCP, 2021).

Tanto a AST quanto a ALT costumam apresentar elevações e quedas em proporções semelhantes em doenças hepáticas. No caso da hepatite crônica, como a hepatite C, as elevações dessas enzimas são pequenas, podendo ocorrer um aumento mais discreto da ALT, ou até mesmo apenas dessa enzima em uma pequena proporção. Já nas hepatites virais ou induzidas por drogas, as elevações de AST e ALT costumam ser mais significativas, ultrapassando 1.000 U/L para ambas as enzimas. Uma razão AST/ALT superior a cinco, particularmente quando a ALT se mantém dentro da normalidade ou apresenta apenas uma elevação discreta, pode indicar danos em tecidos fora do fígado. Entre as possíveis causas estão hemólise, rabdomiólise, miopatias, prática recente de exercício intenso e patologias

cardíacas (Murphy, 2019; SCP, 2021).

Fosfatase alcalina

A fosfatase alcalina (FAL ou ALP) é uma enzima localizada nas células que revestem os ductos biliares do fígado, representando um grupo de enzimas presentes em praticamente todos os tecidos, sendo que na população pediátrica, ela é formada por 85% de frações ósseas e 15% de frações hepáticas. Seus níveis no sangue tendem a se elevar consideravelmente em situações de obstrução significativa do ducto biliar, colestase intra-hepática ou doenças infiltrativas hepáticas. Além de sua presença no fígado, um FAL também é encontrado no tecido ósseo e na placenta, o que justifica seu aumento em crianças em fase de crescimento, pois seus ossos passam por um processo contínuo de remodelação. Os valores de referência normalmente variam entre 40 e 150 U/L e, como já mencionado, por serem encontrados em diversos tipos de tecidos, como o intestinal e ósseo, por exemplo, a análise isolada pode indicar condições em outros órgãos ou sistemas, a exemplo de doenças no intestino delgado (LUZ *et al.*, 2020; SCP, 2021).

Gamaglutamiltransferase

A gama-glutamil transferase (GGT) é uma enzima presente nos hepatócitos, nas células epiteliais biliares e em outros órgãos. Em adultos saudáveis, sua concentração varia aproximadamente entre 29 a 42 U/L nos homens e 19 a 73 U/L nas mulheres. Na população pediátrica, a GGT desempenha um papel fundamental na identificação de doenças biliares. Em recém-nascidos a termo e saudáveis, os níveis séricos podem alcançar de seis a sete vezes o limite máximo da referência para adultos, apresentando uma redução gradual entre o quinto e o sétimo mês de vida. Em situações onde há elevação da GGT e os padrões da fosfatase alcalina (FA) estão apresentando-se alterados ou são pouco indicativos de lesões, pode-se suspeitar de condições como doenças obstrutivas do trato biliar, incluindo a atresia de vias biliares (SCP, 2021).

Bilirrubina

A bilirrubina é um produto da degradação do heme, inicialmente convertida em biliverdina e depois em bilirrubina não conjugada, que é transportada no plasma ligada à albumina. No fígado, é conjugada por uma enzima, tornando-se bilirrubina direta, hidrossolúvel e excretada na bile. O aumento da bilirrubina indireta pode ocorrer por maior degradação do heme, falha na conjugação ou captação hepática, enquanto a bilirrubina direta se eleva em casos de disfunção hepática ou obstrução biliar (Souza *et al.* 2020; Murphy, 2019).

A avaliação da bilirrubina sérica é uma ferramenta fundamental para o diagnóstico da icterícia neonatal, sendo crucial monitorar recém-nascidos com bilirrubina direta acima de 1,0 mg/dL, pois isso exige investigação imediata (SCP, 2021).

Nos países em desenvolvimento, a detecção precoce da hiperbilirrubinemia ainda enfrenta desafios devido à limitação de métodos acessíveis e confiáveis. A dosagem da bilirrubina total continua sendo o exame mais utilizado para avaliar a função hepática e monitorar casos suspeitos de encefalopatia bilirrubínica. Além da bilirrubina total, a men-



suração de suas frações – conjugada e não conjugada – é essencial para diferenciar as possíveis causas da icterícia, auxiliando no diagnóstico de doenças metabólicas e hepáticas. Embora algumas pesquisas indiquem que a bilirrubina possa ter propriedades antioxidantes benéficas nos primeiros dias de vida, a preocupação principal continua sendo o risco de neurotoxicidade, tornando essencial a identificação e o tratamento precoce de recém-nascidos com níveis elevados ou de rápida elevação (Souza *et al.*, 2020)

Albumina

A albumina é a principal proteína presente no plasma, desempenhando um papel essencial na manutenção da pressão osmótica sanguínea. Sua produção ocorre predominantemente no fígado, e seus valores normais situam-se entre 3,5 g/dL e 5,0 g/dL. Embora tenha uma meia-vida relativamente longa, por volta de 20 dias, suas concentrações podem permanecer inalteradas em lesões hepáticas agudas, mas tendem a reduzir em condições crônicas, como a cirrose. No entanto, a diminuição da albumina no sangue não é exclusiva das doenças hepáticas, podendo ser observada em casos de desnutrição, síndrome nefrótica e enteropatias com perda de proteínas. Embora a albumina seja um componente essencial da proteína total, sua dosagem isolada não é o melhor indicador da função hepática, pois os fatores de coagulação são mais sensíveis para essa avaliação (Murphy, 2019; SCP, 2021).

Tempo de protrombina

Como sabido, o fígado desempenha um papel essencial na hemostasia, sintetizando a maioria dos fatores e inibidores da coagulação, além de proteínas do sistema fibrinolítico. O tempo de protrombina (TP) é um dos principais marcadores da função sintética hepática, pois permite avaliar a atividade dos fatores de coagulação I, II, V, VII e X, todos dependentes da vitamina K. Devido à curta meia-vida desses fatores, o TP é um indicador sensível em quadros agudos, sendo um critério prognóstico para transplante hepático quando o TP se prolonga mais de 5 segundos acima do controle (RNI > 1,5). No entanto, sua sensibilidade é menor nas doenças hepáticas crônicas, onde os níveis podem permanecer normais ou levemente alterados (Murphy, 2019; SCP, 2021).

A deficiência de vitamina K, comum em condições como desnutrição, má absorção e colestase grave, também pode prolongar o TP. Para diferenciar a deficiência vitamínica da disfunção hepática, administra-se vitamina K: se houver correção dos níveis, a causa é carencial; caso contrário, indica comprometimento dos hepatócitos. Como a absorção da vitamina K depende dos sais biliares, pacientes com cirrose, especialmente nas doenças colestáticas, podem apresentar algum grau de deficiência, sendo necessária a reposição parenteral (Murphy, 2019).

Exercícios de fixação

1. Como deve ser feita a interpretação clínica dos exames de aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase?
2. Em quais tipos celulares estão presentes as enzimas gama-glutamil transferase e fosfatase alcalina?
3. Quais situações clínicas estão ligadas ao aumento das bilirrubinas (direta e indireta)?
4. Porque o tempo de protrombina é um importante marcador de função hepática?

Referências

ALBUQUERQUE, Ingrid Lima et al. Hiperfosfatasia transitória benigna da infância: um relato de caso. **Revista de Patologia do Tocantins**, v. 6, n. 4, p. 3, 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/patologia/article/view/6593>. Acesso em: 10 mar. 2025.

FERREIRA, Alexandre Rodrigues; FAGUNDES, Eleonora Druve Tavares; QUEIROZ, Thais Costa Nascente; PIMENTA, Julio Rocha; NASCIMENTO JÚNIOR, Rubens Cardoso do. Hepatites Virais A, B e C em crianças e adolescentes. **Revista Médica de Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, v. 24, n. Supl 2, p. S46-S60, 2014

LUZ, Cláudia Regina Nunes Eloi da; ALBUQUERQUE, Ingrid Lima; COSTA, Benito Júnior Santos da; MELO, Laíze Arruda de. HIPERFOSFATASEMIA TRANSITÓRIA BENIGNA DA INFÂNCIA: UM RELATO DE CASO. **Revista de Patologia do Tocantins**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 59–61, 2020.

MAZZONI, Beatriz Polisel; LESSA, Bruna Voltani; ZAMBERLAN, Patricia. REPERCUSSÕES METABÓLICAS E NUTRICIONAIS DA DOENÇA HEPÁTICA EM CRIANÇAS: COMO MINIMIZÁ-LAS? **Revista Paulista de Pediatria, São Paulo**, SP, v. 40, e2020149, 2022

MURPHY, Michael J. Bioquímica Clínica. [Local da editora não identificado]: Grupo GEN, 2019. **E-book**. ISBN 9788595150751. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595150751/>. Acesso em: 9 mar. 2025.

SOCIEDADE CATARINENSE DE PEDIATRIA (SCP). Avaliação Laboratorial do Fígado. 2021. Disponível em: <https://www.scp.org.br/wp-content/uploads/2021/12/dc-avaliacao-laboratorial-figado.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2025.

SOUZA, Edson Barbosa de; SILVA, Viviane Juliana da; SOUZA, Aldenize Pimentel de; NASCIMENTO, Ícaro Pedro do; ALVES, Ana Paula da Penha; SOUZA, Andréa Patrícia Marques da Silva; SILVA, Gabriel Gustavo Santana da; FREITAS, Nicácio de Oliveira. Importância do diagnóstico laboratorial da hiperbilirrubinemia em neonatos: Revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 58601-58614, ago. 2020.



Capítulo 12

Exames laboratoriais no diagnóstico de doenças renais agudas

Rubens de Paulo Rodrigues
Sarah Menezes Albuquerque de Oliveira
Itallo Oliveira Dias Correia
Jenniffer Pamella Balan
Caroline Mendes Santos
Antonio Erlindo Braga Junior
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Introdução

A lesão renal aguda é uma condição clínica que consiste na redução rápida da função renal, levando a uma queda na taxa de filtração glomerular (TFG). Como consequência, ocorre a retenção de metabólitos nitrogenados, como ureia e creatinina, além do comprometimento do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base do organismo (Bresolin *et al.*, 2023).

A incidência de LRA na população pediátrica tem aumentado significativamente nos últimos anos, especialmente entre pacientes gravemente enfermos. Diversas condições nefrológicas podem levar ao desenvolvimento da LRA nesse grupo, sendo as mais comuns o choque, a sepse, neoplasias, nefrotoxicidade e doenças sistêmicas subjacentes, entre outras (Bresolin *et al.*, 2023).

As etiologias da LRA podem ainda ser classificadas em três categorias principais: pré-renal, renal intrínseca e pós-renal. A forma pré-renal está relacionada à diminuição da perfusão sanguínea renal, frequentemente resultante de hipovolemia, insuficiência cardíaca ou choque circulatório. Já a lesão renal intrínseca ocorre devido a danos diretos às estruturas renais, podendo ser desencadeada por isquemia prolongada, nefrotoxicidade, processos inflamatórios ou doenças glomerulares. Por fim, a LRA pós-renal decorre da obstrução do trato urinário, como em casos de cálculos renais, neoplasias ou anomalias congênitas que impedem a drenagem adequada da urina (Mercado; Smith; Guard, 2019).

Nesse contexto, é essencial destacar que o diagnóstico precoce dessas condições é fundamental para reduzir o risco relativo de óbito. Para isso, o profissional de saúde deve recorrer aos principais marcadores laboratoriais no diagnóstico da LRA, incluindo a creatinina sérica, exames de urina, dosagem de eletrólitos, hemograma completo, gasometria e coagulograma. Além disso, testes específicos podem ser solicitados conforme a suspeita clínica, como hemoculturas, avaliação do sistema complemento, sorologias virais, dentre outros (Bresolin *et al.*, 2023).

Diante disso, este capítulo tem como objetivo esclarecer a relevância desses exames e sua correta interpretação no auxílio ao diagnóstico da LRA em pacientes pediátricos.

Creatinina

A avaliação dos níveis de creatinina, aliada à análise do volume urinário (diurese), é essencial para o diagnóstico e a estratificação da LRA. Os critérios diagnósticos seguem a classificação KDIGO, amplamente empregada tanto em pacientes adultos quanto em pediátricos, permitindo uma abordagem padronizada e precisa da síndrome (Bresolin *et al.*, 2023). Os 3 estágios da gravidade da LRA com os seus valores de referência estão ilustrados na tabela 1 a seguir.



Tabela 1. Classificação KDIGO da Lesão Renal Aguda

Estágios	Creatinina sérica	Diurese
Estágio 1	Aumento de 0,3 mg/dl ou aumento de 150/200% do valor basal (1,5 a 2 vezes)	< 0,5 ml/Kg/h por 6 horas
Estágio 2	Aumento > 200-300% do valor basal (> 2-3 vezes)	< 0,5 ml/Kg/h por > 12 horas
Estágio 3	Aumento > 300% do valor basal (> 3 vezes ou Cr sérica \geq 4,0 mg/dl com aumento agudo de pelo menos 0,5 mg/dl)	< 0,3 ml/Kg/h por 24 horas ou anúria por 12 horas

Fonte: Bresolin *et al.*, 2023.

Além disso, na suspeita de uma etiologia pré-renal, a relação ureia/creatinina pode ser uma ferramenta diagnóstica útil. Uma razão igual ou superior a 20:1 sugere uma origem pré-renal da lesão, refletindo um estado de hipoperfusão renal no qual a reabsorção tubular de ureia é aumentada em resposta à redução do fluxo sanguíneo (Jacob; Dannenhoffer; Rutter, 2020).

Entretanto, uma limitação importante da dosagem de creatinina é sua baixa sensibilidade como biomarcador, além de refletir um evento tardio no curso da LRA. Seus níveis só se elevam após a perda de 25% a 50% da função renal, o que pode retardar o diagnóstico e a implementação de intervenções precoces (Bresolin *et al.*, 2023).

Exames de urina

A análise da urinálise e da microscopia urinária é uma ferramenta essencial na investigação da etiologia da LRA. Diferentes causas da síndrome apresentam achados distintos nesses exames, permitindo uma abordagem diagnóstica mais precisa e direcionada (Mercado; Smith; Guard, 2019). A tabela 2 destaca alguns dos achados que podemos encontrar em diferentes etiologias da LRA.

Tabela 2. Principais achados urinários de diferentes doenças renais agudas

Etiologia	Achados nos exames urinários
Lesão túbulo-intersticial	Leucocitúria, células epiteliais tubulares renais, cilindros de glóbulos brancos e cilindros granulares
Nefropatia cristalina endógena ou induzida por drogas	Cristais urinários
Lesão glomerular	Acantócitos urinários e cilindros hemáticos
Lesão tubular isquêmica ou nefrotóxica	Células epiteliais tubulares renais, cilindros de células epiteliais tubulares renais e cilindros castanhos turvos

Fonte: Autoria própria, 2025.

Além dos achados previamente mencionados, destaca-se a presença de proteinúria

na faixa de 1 a 2 g/dL, que é um indicativo sugestivo de LRA de origem glomerular, e a detecção de eosinófilos na urina, que pode reforçar a suspeita de nefrite intersticial alérgica. Ademais, a dosagem do sódio urinário auxilia na diferenciação etiológica, sendo que valores superiores a 40 mmol/L sugerem lesão renal intrínseca, enquanto concentrações abaixo de 20 mmol/L são compatíveis com uma causa pré-renal. Por fim, a análise da osmolaridade urinária também é uma ferramenta valiosa, com valores superiores a 500 mOsm/kg sugerindo etiologia pré-renal, enquanto níveis inferiores a 350 mOsm/kg indicam comprometimento renal intrínseco (Jacob; Dannenhoffer; Rutter, 2020).

Eletrólitos

No contexto da avaliação laboratorial, a fração de excreção de sódio (FeNa) e a fração de excreção de ureia (FeUreia) são parâmetros importantes na diferenciação da azotemia pré-renal. Esses índices permitem estimar a capacidade do rim de reabsorver sódio e ureia, auxiliando no diagnóstico etiológico da lesão renal aguda. Para facilitar o cálculo desses valores, algumas ferramentas virtuais podem ser utilizadas pelos profissionais de saúde, como <https://www.mdcalc.com/fractional-excretion-sodium-fena> (para FeNa) e <https://www.mdcalc.com/fractional-excretion-urea-feurea> (para FeUreia) (Mercado; Smith; Guard, 2019).

Valores de FeNa inferiores a 1% são indicativos de uma etiologia pré-renal da LRA, refletindo a preservação da capacidade tubular de reabsorver sódio. Por outro lado, valores superiores a 2% sugerem uma causa intrínseca, caracterizada por uma disfunção tubular que compromete essa reabsorção. De forma semelhante, na fração de excreção de ureia, níveis abaixo de 35% apontam para uma origem pré-renal, enquanto valores acima de 50% são sugestivos de lesão renal intrínseca (Mercado; Smith; Guard, 2019).

Hemograma e dosagem de fosfato

É essencial que o profissional de saúde seja capaz de distinguir entre LRA e doença renal crônica (DRC), garantindo uma abordagem diagnóstica precisa e condutas terapêuticas adequadas. Para esse fim, a realização de exames complementares é fundamental. O hemograma, por exemplo, pode fornecer indícios valiosos, uma vez que a presença de anemia normocítica (Hb < 13 g/dL) sugere maior probabilidade de DRC. Além disso, níveis elevados de fosfato sérico reforçam essa suspeita, auxiliando na diferenciação entre essas condições (Jacob; Dannenhoffer; Rutter, 2020).

Biomarcadores Emergentes

Estudos recentes sugerem novos biomarcadores promissores para detecção precoce da LRA, mas que ainda não foram incorporados às diretrizes clínicas. Dentre eles, podemos citar a molécula de lesão renal-1 (KIM-1), a cistatina C e a lipocalina associada à gelatinase de neutrófilos (NGAL) (Jacob; Dannenhoffer; Rutter, 2020).



Exercícios de fixação

1. Quais as principais causas de Insuficiência Renal Aguda na população pediátrica?
2. Qual a importância da dosagem de creatinina para a avaliação de Lesão Renal Aguda?
3. Quais os principais achados urinários para avaliar o diagnóstico de Insuficiência Renal Aguda?
4. De que forma avaliação dos eletrólitos pode auxiliar no diagnóstico de Lesão Renal Aguda?

Referências

BRESOLIN, N. L. et al. Lesão renal aguda (LRA) em pediatria: Vigiar, diagnosticar, prevenir e tratar. **Sociedade Brasileira de Pediatria**: Departamento Científico de Nefrologia (Gestão 2022 - 2024), 2023.

JACOB, J.; DANNENHOFFER, J.; RUTTER, A. Acute Kidney Injury. **Primary Care: Clinics in Office Practice**, v. 47, n. 4, 2020.

MERCADO, M. G.; SMITH, D. K.; GUARD, E. L. Acute Kidney Injury: Diagnosis and Management. **American Family Physician**, v. 100, n. 11, 2019.

Capítulo 13

Exames laboratoriais no diagnóstico de distúrbios eletrolíticos

Jennifer Pamella Balan
Beatriz Carminati Pedroso
Denilson Oliveira Júnior
Maria Eduarda de Souza
Caroline Mendes Santos
Antonio Erlindo Braga Junior
Ivete Furtado Ribeiro Caldas
George Alberto da Silva Dias

Introdução

Os eletrólitos participam de diversas funções do corpo humano, sendo de suma importância na manutenção da homeostase, atuando em situações corriqueiras como o ato de transpirar durante um exercício físico até a regulação da osmolaridade plasmática do indivíduo. Caso ocorra algum distúrbio significativo, pode-se levar a diversas situações malélicas para o corpo, desde uma disfunção muscular até mesmo ao óbito. Sendo assim, é de suma importância o acompanhamento dos níveis desses eletrólitos por meio de exames laboratoriais, que podem variar dependendo da situação em que se encontra o paciente, a fim de garantir a saúde e o bom funcionamento do organismo (Kohler *et al.*, 2023).

Eletrólitos e suas funções

Dentre os eletrólitos que desempenham um papel fundamental na homeostase, o sódio é de grande importância. Sua principal função é estabilizar a pressão entre os fluidos extracelulares e intracelulares, sendo essencial para a transmissão de impulsos musculares e nervosos. Alterações nos níveis plasmáticos desse íon podem levar a distúrbios como hipernatremia, quando seus níveis estão elevados, ou hiponatremia, quando estão reduzidos (Pereira *et al.*, 2023; Kohler *et al.*, 2023).

Sob essa perspectiva, o potássio também desempenha um papel crucial na funcionalidade do organismo, assim como o sódio, ele é essencial para a geração de potenciais elétricos, contribuindo para a contração da musculatura cardíaca e de outros tecidos. A hipercalemia, caracterizada por níveis elevados de potássio, pode causar arritmias, enquanto a hipocalemia, potássio sérico inferior a 3,5 mEq/L, também pode comprometer diversas funções fisiológicas (Pereira *et al.*, 2023).

O cálcio, mineral mais prevalente do corpo humano, encontra-se 99% no tecido ósseo e 1% no líquido extracelular (LEC), justificando sua importância para processos como junção neuromuscular, transmissão nervosa e estrutura óssea, mas também processos que dependem do seu nível intracelular como reações enzimáticas e contração muscular. Em condições fisiológicas, a regulação da concentração de cálcio depende ação do hormônio paratormônio (PTH), secretado pelas glândulas paratireoides, da vitamina D e da calcitonina, produzida pelas células C da glândula tireoide pela interface de ossos, rins e trato gastrointestinal (Zieg *et al.*, 2025).

O magnésio é um cofator essencial em diversas reações que regulam a contratilidade e o tônus muscular, o metabolismo energético, a condução de impulsos nervosos e outros processos fundamentais para a homeostase, além disso, desempenha um papel crucial na produção de DNA e proteínas. Sua presença no organismo depende diretamente da excreção renal e da absorção intestinal. Nesse contexto, algumas condições podem alterar significativamente suas concentrações, como diabetes mellitus descompensada, diarreia crônica e alcoolismo, entre outras (Menendez-Hermano *et al.*, 2019; Sebastianes *et al.*, 2021).

O fósforo é o segundo mineral mais abundante no corpo humano, tendo seu metabolismo interligado com o metabolismo do cálcio. Dentre suas funções, cita-se a ossificação endocondral, funções celulares e mineralização óssea. Cerca de 90% do fósforo é encontrado nos ossos e dentes na forma de hidroxapatita e o restante está presente no LEC, tecidos molles e glóbulos vermelhos. Sua homeostase, interligada com o metabolismo do cálcio, depende de 3 fatores: PTH, vitamina D e fator de crescimento de fibroblastos 23 (Zieg *et*

al., 2025).

Sódio - Níveis laboratoriais e Osmolaridade

O sódio é o íon mais abundante do compartimento extracelular, visto que em conjunto com seus principais ânions, o cloro e o bicarbonato, constituem cerca de 90% da quantidade de solutos no líquido extracelular (Riella *et al.*, 2018). Os níveis séricos normais de sódio são de 135 mEq/L a 145 mEq/L. Além do sódio sérico, é de suma importância a delimitação da osmolaridade plasmática, visto que um distúrbio de sódio na grande maioria das vezes estará relacionado com um distúrbio osmolar, já que a osmolaridade indica a quantidade de solutos em uma solução. Desse modo, caso ocorra uma situação de hipervolemia (aumento da solução), levará a uma hiponatremia, já que o nível de sódio (solute) não se alterou. O mesmo vale para a hipernatremia. Sendo assim, é necessário o uso de exames laboratoriais para identificar tanto os níveis de sódio quanto a osmolaridade plasmática (Braun; Barstow; Pyzocha, 2015).

Sódio - Hiponatremia e Hipernatremia

Na hiponatremia, é importante analisar tanto os fatores clínicos quanto os exames laboratoriais. Dentre os exames, é necessário tanto um perfil metabólico completo quanto os níveis de sódio e creatinina na urina. Um nível de sódio menor do que 135 mEq/L indica a hiponatremia. Além disso, é necessário calcular a osmolaridade plasmática sérica e também a excreção fracionada de sódio. Para excluir outros diagnósticos, pode-se dosar o hormônio estimulante da tireoide, o ácido úrico urinário, o hormônio adrenocorticotrófico, o cortisol plasmático e o péptido natriurético cerebral. Além dos dados laboratoriais, investiga-se a história e o exame do paciente, analisando sinais e sintomas que possam indicar uma hiponatremia, como câimbra, polidipsia, cefaleia, quedas, etc. Além disso, questiona-se o uso de medicamentos e outras drogas que possam influenciar o metabolismo do sódio (Braun; Barstow; Pyzocha, 2015).

Já na hipernatremia, a história clínica geralmente vai indicar situações em que ocorre uma perda de líquidos corporais ou ganho excessivo de sódio. Os estudos laboratoriais podem ser utilizados para auxiliar no diagnóstico, mas geralmente não são necessários. Quando solicitados, a dosagem sérica de sódio com valores maiores do que 145 mEq/L indicam a hipernatremia. Além disso, pode-se solicitar a dosagem de glicemia e aldosterona, visto que suas quantidades em excesso podem levar a uma hipernatremia (Braun; Barstow; Pyzocha, 2015).

Cálcio - Níveis laboratoriais e albumina sérica

Cerca de 45% do cálcio total está ligado a proteínas plasmáticas, em grande parte a albumina, enquanto 40% encontra-se no estado ionizado/ livre, sendo um componente fisiologicamente ativo. A concentração sérica total de cálcio, na maioria dos laboratórios, varia entre 8,5 a 10,5 mg/dL (2,12 a 2,62 mmol/L). Já o cálcio ionizado tem a faixa de variação normal entre 4,65 a 5,25 mg/dL (1,16 a 1,31 mmol/L) (Goyal *et al.*, 2024).

Os níveis totais de cálcio sérico estão diretamente ligados à concentração de albumina sérica, sendo que cada aumento ou diminuição de 1g/dL na albumina sérica corresponde a respectivamente um aumento ou diminuição de 0,25 mmol/L no cálcio sérico total. Em contrapartida, o cálcio ionizado possui uma relação inversa com a albumina, de modo que, em casos de redução dos níveis de albumina, pode ocorrer uma diminuição do cálcio



total, mas o cálcio ionizado pode se manter dentro dos níveis normais. Como a maior parte do cálcio está ligada à albumina, o cálcio total deve ser corrigido para o nível de albumina antes de que o diagnóstico de hipocalcemia seja confirmado (Zieg *et al.*, 2025).

Fórmula de correção do cálcio total para albumina:

$$\text{Ca ajustado (mmol/L)} = \text{Ca total (mmol/L)} + \{40 - \text{albumina (g/L)}\} \times 0,02$$

Cálcio- Hipocalcemia e hipercalcemia

Exames laboratoriais para avaliar os distúrbios de cálcio em níveis iniciais são: Cálcio sérico (considerado a primeira linha), fósforo, albumina sérica, 25 hidroxivitamina D (forma inativa da vitamina D), fosfatase alcalina, PTH e razão cálcio/creatinina na urina. Se a amostra for coletada e processada adequadamente o cálcio ionizado pode fornecer informações adicionais importantes (Bharill; Wu, 2023).

A hipocalcemia é definida por avaliação do cálcio sérico (< 8,5 mg/dL) ou do cálcio ionizado (< 1,0 mmol/L), o principal determinante da hipocalcemia. Ocorre pela diminuição da absorção gastrointestinal, diminuição da reabsorção óssea ou aumento da excreção renal de cálcio e pode ter causas aparentes como em pacientes pós-tireoidectomia ou paratireoidectomia ou pode ser necessário a dosagem de outros eletrólitos para definir a etiologia como níveis séricos de magnésio e fósforo, PTH intacto e níveis de vitamina D. A sintomatologia geralmente ocorre quando os níveis ionizados caem para cerca de 0,63 mmol/L e se apresentam como sensações de formigamento nas extremidades e no rosto, espasmo carpopedal, tetania, estridor, câibras musculares e convulsões (Goyal *et al.*, 2024; Zieg *et al.*, 2025).

A hipercalcemia é definida como aumento do nível sérico total do cálcio acima de 10,5 mg/dL (2,6 mmol/L) e pode ser dividida com base na gravidade, classificada pelo cálcio total corrigido pela albumina, em leve (10,5-12 mg/dL), moderada (12-14 mg/dL) e grave (>14 mg/dL), influenciando na sintomatologia. Sua etiologia pode ser dividida em mediadas por PTH ou não mediada por PTH. As condições mais comuns são o hiperparatireoidismo primário (HPTP), caracterizado pela hipersecreção de paratormônio (PTH) pelas glândulas da paratireoide e malignidade, na maioria dos casos, tendo como causa a expressão pelo tumor de uma proteína semelhante ao PTH, denominada PTH-related protein (PTHrP) ou osteólise localizada adjacente a células malignas (Zieg *et al.*, 2025; Salvaro *et al.*, 2023).

Tabela 1. Dados laboratoriais diagnósticos dos graus de hipercalcemia em mg/dL.

Hipercalcemia	Leve	Moderada	Grave
Valor laboratorial	(10,5-12 mg/dL)	(12-14 mg/dL)	(>14 mg/dL)

Fonte: Autoria própria, 2025.

Potássio - Níveis laboratoriais

A concentração plasmática do potássio, cátion intracelular primário, é regulada dentro da faixa de 3,5 a 5 mmol/L. O rim assume um papel central na regulação do equilíbrio externo de potássio e é responsável por excretar quase 90% desse eletrólito na urina diariamente. Além disso, o equilíbrio da concentração de potássio está ligado ao equilíbrio ácido-básico, uma vez que a alcalose resulta em hipocalcemia devido ao aumento da se-

creção de potássio e à diminuição da reabsorção de potássio no ducto coletor, enquanto a acidose produz o efeito oposto. A dosagem do magnésio em casos de hipopotassemia pode ser realizada, já que situações de hipomagnesemia podem gerar como consequência a perda renal de potássio (Zieg *et al.*, 2025; Toledo, 2021).

Potássio - Hipocalemia e hipercalemia

A hipopotassemia ou hipocalemia é definida como a redução da concentração sérica de potássio abaixo de 3,5 mmol/L, categorizada com base em sua gravidade: leve (3-3,5 mmol/L), moderada (3-2,5 mmol/L) e severa/grave (<2,5 mmol/L). Pode ser dividida em perdas extra renais e perdas renais. A primeira obtém distúrbios gastrointestinais sendo mais comuns, como diarreia, má absorção, vômitos, mas também pode ser causada por efeitos colaterais de medicamentos, como uso de diuréticos tiazídicos, redução da ingestão de potássio e sudorese excessiva. Em relação às perdas renais, pode ser influenciada por distúrbios endócrinos, síndromes hipertensivas ou tubulopatias (Gomes; Pereira, 2021).

A hiperpotassemia é definida por valores de potássio sérico > 5,5 mmol/ml, sendo também estratificada em leve (5,5-6 mmol/L), moderada (6-7 mmol/L) e grave (> 7 mmol/L). A partir do diagnóstico, deve-se excluir a pseudo-hiperpotassemia, que pode ocorrer em leucocitose, plaquetocitose, hemólise e coleta inadequada, portanto, recomenda-se repetir a amostra hemolisada ou optar pela não hemolisada. Por ser um acometimento comum em pacientes com insuficiência renal, recomenda-se avaliar a taxa de filtração glomerular do paciente (TFG), um marcador da função renal, para possíveis diagnósticos. A sintomatologia não é específica e conta com alterações musculares, como fadiga e fraqueza, e cardíaca, podendo evoluir para arritmias e paradas cardíacas (Gomes; Pereira, 2021).

Tabela 2. Dados laboratoriais diagnósticos dos graus de hipopotassemia e hiperpotassemia em mmol/L.

Distúrbios do potássio	Hipopotassemia	Hiperpotassemia
Leve	(3-3,5 mmol/L)	(5,5-6 mmol/L)
Moderada	(3-2,5 mmol/L)	(6-7 mmol/L)
Grave	(<2,5 mmol/L)	(> 7 mmol/L)

Fonte: Autoria própria, 2025.

Magnésio - Níveis laboratoriais e Osmolaridade

Dentre os cátions intracelulares mais presentes o magnésio é o segundo da listagem, em um adulto saudável a maior parte deste íon se encontra presente em tecido ósseo em seguida o tecido muscular e cerca de 0,3% do total se encontra no sangue, os níveis séricos normais deste íon fica entre 1,85 - 2,8 mg/dL (0,76 - 1,15 mmol/L) o qual grande parte circula em sua forma ionizada sendo 55 - 70%, 20-30% circula ligada a proteínas plasmáticas e 5 - 15% tende a circular com complexos de ânions como exemplo o fosfato e bicarbonato (Bonfante *et al.*, 2021; Sousa; Ramôa, 2023).

Magnésio - Hipomagnesemia e hipermagnesemia

A hipomagnesemia é uma alteração significativa nos níveis séricos de magnésio, caracterizada por valores inferiores a 1,6 mg/dL. Essa condição resulta da baixa absorção intestinal, da ingestão inadequada e/ou do aumento da excreção gastrointestinal e renal. Os sintomas costumam se tornar mais expressivos quando os níveis caem para 1,2 mg/dL, sendo os mais comuns a hiperexcitabilidade, câibras, fraqueza, alterações eletrocardiográficas, entre outros. Nos casos mais graves, a hipomagnesemia pode causar alterações no metabolismo do potássio, levando à hipocalcemia. Isso ocorre devido a um hipoparatiroidismo funcional, no qual há resistência ao PTH nos rins, resultando em alterações nos níveis de potássio (Sebastianes *et al.*, 2021).

Já no que se refere a hipermagnesemia, as concentrações mais elevadas, a partir de 6 mg/dL, demonstram indícios de sinais críticos desta alteração, como por exemplo variação em intervalo PR e complexo QRS em eletrocardiograma, este limite elevado para aparecimento dos sintomas dificultam o diagnóstico precoce. Ademais, a hipermagnesemia é prevalente em pacientes com insuficiência renal (IR) ou no excesso deste íon administrado via oral ou endovenosa, a presença de IR é um dos maiores riscos quanto ao aparecimento. Sintomas mais comuns na hipermagnesemia são os neurológicos, náuseas, emeses, rubor em pele e diaforese, além deste devem ser investigados as alterações cardiovasculares como arritmias bradicardia e/ou taquicardia ventricular maligna (Blum, 2021).

Fósforo - Hipofosfatemia e Hiperfosfatemia

O fósforo é importante para a manutenção das atividades biológicas normais, incluindo a estabilização da membrana, a contração muscular e a sinalização celular. O fósforo é encontrado principalmente na forma de hidroxapatita no osso mineralizado, e o restante distribuído entre os tecidos moles e os fluídos extracelulares. A manutenção de seus níveis depende principalmente dos rins, intestino e ossos. A disfunção de tais órgãos pode levar a um distúrbio de fósforo, prejudicando o funcionamento normal do corpo humano. Em adultos normais, os níveis da dosagem sérica de fósforo variam entre 2,5 mg/dL e 4,5 mg/dL, sendo valores menores do que esse caracterizados como hipofosfatemia, e maiores como hiperfosfatemia (Sun, 2020).

As principais causas de hipofosfatemia são a baixa ingestão de fósforo e a perda renal excessiva resultante de raquitismo ou síndrome de Fanconi. Já a hiperfosfatemia é resultante da alta ingestão e da presença de doenças renais agudas ou crônicas, que diminuem a excreção do íon pelos rins e conseqüentemente aumentam seus níveis séricos no organismo. Em ambos os casos, suas principais conseqüências estão relacionadas a associação com os íons de cálcio, levando a doenças ósseas prejudiciais para o corpo do indivíduo.

Conclusão

Os exames laboratoriais desempenham um papel fundamental na identificação dos distúrbios que podem ser causados por diversas condições que comprometem a regulação adequada das funções fisiológicas. Dessa forma, a análise laboratorial permite não apenas o diagnóstico preciso, mas também o acompanhamento da resposta ao tratamento e a prevenção de complicações graves, como arritmias cardíacas e comprometimento neurológico. Portanto, os exames laboratoriais são indispensáveis para uma abordagem clínica eficaz e para a melhoria do prognóstico dos pacientes com distúrbios eletrolíticos.

Exercícios de fixação

1. Quais as principais causas da hiponatremia e da hipernatremia?
2. Quais as principais causas da hipocalcemia e da hipercalcemia?
3. Quais as principais causas da hipocalemia e da hipercalemia?
4. Quais as principais causas da hipomagnesemia e da hipermagnesemia?
5. Quais as principais causas hipofosfatemia e da hiperfosfatemia?

Referências

Bharill, S., & Wu, M. Hypocalcemia and Hypercalcemia in Children. **Pediatrics in review**, V. 44, n. 9, p. 533-536, 2023. DOI:10.1542/pir.2022-005578.

Blum, A. G. R. Hipermagnesemia e hipercalemia em crianças e adolescentes sob nutrição parenteral total. Dissertação (Mestrado em Ciências) – **Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, 2021.

Bonfante, H. L. *Et al.* Dosagem do magnésio eritrocitário: Qual é o seu real valor? **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 31, p. e-31504, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/2238-3182.20210026>.

Braun, M. M., Barstow, C. H., & Pyzocha, N. J. Diagnosis and management of sodium disorders: hyponatremia and hypernatremia. **Am Fam Physician**. 2015.

Gomes, E. B., & Pereira, H. C. P. Distúrbios do Potássio. VITTALLE, **Revista de Ciências da Saúde**. V. 33, n. 1, p. 232–250, 2021. DOI: 10.14295/vittalle.v33i1.13257.

Goyal, A., & Anastasopoulo, C., Ngu, M., & Singh, S. Hipocalcemia. **StatPearls**, 2024. DOI: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430912/>.

Kohler, M. L. *et al.* Repercussões e manejo relacionados a Distúrbios Hidroeletrólitos nos pacientes graves: uma revisão sistemática com metanálise. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 7552–7574, 2023. DOI: 10.34119/bjhrv6n2-244. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/58896>. Acesso em: 27 fev. 2025.

Menezes-Hernando, C. *et al.* Hipermagnesemia neonatal secundaria a intoxicación por laxante oral con sales de magnesio. **Rev. mex. pediatr.**, Ciudad de México, v. 86, n. 5, p. 194-196, oct. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0035-00522019000500194&lng=es&nrm=iso>. accedido en 08 marzo 2025. Epub 02-Oct-2020.

PEREIRA, Maria Luiza de Sousa Dimarães; SILVA, Shellen Janyellen Pereira da; CUNHA, Tauayne Messias da; RABELLO, Paulo Henrique Gonçalves. RISCO DE DISTÚRBIOS HIDROELETROLÍTICOS EM USO DE DIURÉTICOS NA BUSCA POR EMAGRECIMENTO: UM ALERTA PARA A ATENÇÃO FARMACÊUTICA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 9, n. 9, p. 2687–2696, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i9.11378. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11378>. Acesso em: 27 fev. 2025.

Riella, M., C., & *et al.* Princípios de Nefrologia e Distúrbios Hidroeletrólitos 6.ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2018.

Salvaro, B. P., Cini, B. T., Ueda, C. Y., & Gibbon, L. A. A. Manejo de hipercalcemia em pacientes hospitalizados : uma revisão sistemática de protocolos e proposta de protocolo institucional para o Hospital de Clínicas de Porto Alegre. **Trabalho de conclusão de curso (Especialização em clínica médica)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

Sebastianes, F. M., Folle, G. Z., & Folle, G. C. Hipomagnesemia e hipocalcemia graves induzidas pelo uso concomitante de inibidor de bomba de prótons e tiazídico: relato de caso. **Revista de Medicina**, São Paulo, Brasil, v. 100, n. 5, p. 514–518, 2021. DOI: 10.11606/issn.1679-9836.v100i5p514-518. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/172530>. Acesso em: 27 fev. 2025.

Sousa, I. R., & Ramôa, A. Suplementação com magnésio durante a gravidez: haverá benefício? **AIMGF Magazine**, v. 13, n. 1, p. 32-39, jun. 2023. Disponível em: <https://gestor.aimgfzonanorte.pt/Uploads/Magazine/Documentos/82383AIMGFvolume13-1%20RBE7.pdf>

Sun M., et al. Distúrbios do Metabolismo do Cálcio e do Fósforo e a Pesquisa Baseada em Proteômica / Metabolômica. Frente. Desenvolvimento de células, 2020.

Toledo, C. C. Os níveis séricos de potássio fornecem informações prognósticas complementares em pacientes com insuficiência cardíaca sintomática além das variáveis e modelos clínicos tradicionais. **Dissertação (mestrado), Faculdade de Ciências Médicas**, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2021.

Zieg, J., Ghose, S., & Raina, R.. Emergências relacionadas a distúrbios eletrolíticos em crianças. **BMC Nephrol.** V. 25, n. 282, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12882-024-03725-5>

Capítulo 14

Exames laboratoriais no diagnóstico de infecções

**Izabella de Souza Rabelo
Erivelton da Silva Pinto Junior
Gabriely Borsoi Leite
Jenniffer Pamella Balan
Caroline Mendes Santos
Antonio Erlindo Braga Junior
Ivete Furtado Ribeiro Caldas
Herick Pampolha Huet Bacelar
Tiago Santos Silveira**

Introdução

A consulta pré-operatória tem como objetivo promover melhores resultados pós-operatórios baseados na condição de cada paciente. Nesse sentido, a avaliação consiste na obtenção de informações por anamnese, exame físico e exames complementares, de forma a determinar o estado físico da criança e os riscos operatórios. Assim, o porte da cirurgia a ser realizada e o estado geral da criança são determinantes na solicitação de exames laboratoriais (Filho *et al.*, 2019).

O período pré-operatório pediátrico representa um momento crítico para a identificação de infecções, visto que processos infecciosos podem aumentar consideravelmente os riscos de complicações anestésicas e cirúrgicas. Segundo Courtman *et al.* (2022), crianças submetidas à anestesia geral enquanto possuem infecções ativas apresentam maior risco de complicações respiratória e possuem maior probabilidade de necessidade de ventilação mecânica prolongada e internação em unidade de terapia intensiva (UTI).

Dessa forma, além do impacto direto sobre a estabilidade clínica da criança, infecções pré-operatórias podem comprometer a cicatrização cirúrgica e aumentar a incidência de infecções de sítio cirúrgico, o que prolonga o tempo de internação e eleva os custos hospitalares (Yarnell, 2016).

Princípios dos exames e interpretações clínicas

A avaliação laboratorial pré-operatória tem como objetivo principal a identificação de infecções ativas, a análise de biomarcadores inflamatórios e a estratificação de risco para complicações intra e pós-operatórias (Jones, 2022). A solicitação de exames depende do estado clínico do paciente e do tipo de procedimento cirúrgico, sendo essencial para otimizar a conduta anestésica e cirúrgica. Entre os principais exames, destacam-se hemograma completo, proteína C-reativa (PCR), procalcitonina (PCT), velocidade de hemossedimentação (VHS), hemoculturas e testes de coagulação. Além disso, novos biomarcadores, como a razão neutrófilo-linfócito (NLR), a razão plaqueta-linfócito (PLR) e o valor pan-imunológico-inflamatório (PIV), têm sido estudados como preditores de complicações cirúrgicas e do tempo de internação (Tinwala *et al.*, 2025).

O hemograma completo é um exame fundamental para avaliar a resposta imunológica do paciente. Ele fornece informações sobre a contagem e diferenciação dos leucócitos, permitindo identificar padrões inflamatórios e infecciosos. A leucocitose ($> 15.000/\text{mm}^3$) é um achado comum em infecções bacterianas ativas, enquanto a linfocitose ($> 4.500/\text{mm}^3$) sugere processos virais. A neutrofilia ($> 80\%$) está associada a inflamações agudas de origem bacteriana, e a presença de desvio à esquerda — caracterizado pelo aumento de bastonetes acima de 10% — pode indicar uma infecção bacteriana severa ou um quadro de sepse iminente. Em neonatos, uma contagem absoluta de neutrófilos abaixo de $1.500/\text{mm}^3$ pode sugerir neutropenia neonatal tardia, frequentemente associada à prematuridade e a um risco aumentado de infecção generalizada (Bagot *et al.*, 2017; Duncan; Feldman, 2013; Fletke; Kaysin; Jones, 2022).

A proteína C-reativa (PCR) e a procalcitonina (PCT) são biomarcadores de fase aguda produzidos em resposta à inflamação sistêmica. A PCR é sintetizada pelo fígado sob estímulo da interleucina-6 (IL-6) e é amplamente utilizada para a identificação de infecções bacterianas invasivas. Valores superiores a 10 mg/L sugerem infecção ativa, enquanto

níveis acima de 100 mg/L estão fortemente associados à sepse e ao aumento do risco de complicações cirúrgicas (Lewis; Norrington, 2023). A PCT, por outro lado, é produzida por células neuroendócrinas e aumenta rapidamente em resposta a infecções bacterianas sistêmicas. Valores acima de 2,0 ng/mL indicam forte suspeita de sepse neonatal, e níveis superiores a 10 ng/mL são indicativos de disfunção de múltiplos órgãos e alta mortalidade (Tinwala *et al.*, 2025).

Outro exame relevante na triagem inflamatória é a velocidade de hemossedimentação (VHS), que avalia a taxa de sedimentação dos eritrócitos no plasma. Esse exame reflete a presença de proteínas inflamatórias que aumentam a viscosidade sanguínea, sendo um indicador inespecífico de processos inflamatórios crônicos. Embora tenha menor sensibilidade para infecções agudas, valores acima de 40 mm/h sugerem infecções persistentes, como endocardite ou osteomielite (Smith *et al.*, 2007; Lappalainen *et al.*, 2002).

Os índices hematológicos inflamatórios, como a razão neutrófilo-linfócito (NLR), a razão plaqueta-linfócito (PLR) e o valor pan-imunológico-inflamatório (PIV), são parâmetros derivados do hemograma que auxiliam na avaliação da gravidade do processo inflamatório. A NLR superior a 5,0 tem sido associada a maior risco de mortalidade, enquanto a PLR acima de 250 indica um processo inflamatório crônico de maior intensidade. O PIV, quando elevado acima de 2.000, tem demonstrado valor prognóstico significativo para complicações pós-operatórias e aumento do tempo de internação hospitalar (Akin *et al.*, 2020; Ulasan *et al.*, 2025).

Os testes de coagulação, incluindo tempo de protrombina (PT), tempo de tromboplastina parcial ativado (APTT) e dímero-D, são fundamentais para avaliar a função hemostática e identificar distúrbios da coagulação associados a infecções graves e sepse neonatal. O PT prolongado acima de 17 segundos está relacionado a maior mortalidade (97,1%), enquanto o APTT superior a 40 segundos possui alto valor preditivo positivo para complicações hemorrágicas (94,6%). O dímero-D elevado (> 7 mg/dL) indica disfunção endotelial e maior risco de trombose, sendo um biomarcador essencial para pacientes em estado crítico (Streiff *et al.*, 2019; Tinwala *et al.*, 2025).

Além da avaliação laboratorial, a classificação da Sociedade Americana de Anestesiologia (ASA-PS) é frequentemente utilizada para prever riscos cirúrgicos e auxiliar na tomada de decisão clínica sobre a necessidade de otimização pré-operatória (ASA, 2020). A combinação de exames laboratoriais e avaliações clínicas permite um planejamento cirúrgico mais seguro, reduzindo a incidência de complicações infecciosas e garantindo melhores desfechos pós-operatórios. Dessa forma, a interpretação integrada dos exames laboratoriais pré-operatórios desempenha um papel essencial na identificação precoce de infecções, na estratificação de risco e na definição de condutas para minimizar intercorrências cirúrgicas.

Fatores interferentes nos exames

A interpretação dos exames laboratoriais deve levar em conta diversos fatores fisiológicos, patológicos e iatrogênicos que podem afetar os resultados, gerando falsos positivos ou negativos. Esses fatores podem alterar a resposta inflamatória, modificar a concentração de biomarcadores ou comprometer a precisão dos testes laboratoriais, tornando essencial a análise individualizada de cada paciente.

A idade e o desenvolvimento imunológico influenciam diretamente os valores de referência dos exames, uma vez que o sistema imune infantil ainda está em processo de ma-

turação. Neonatos e lactentes apresentam uma resposta inflamatória menos pronunciada, o que pode resultar em uma leucocitose menos intensa diante de infecções bacterianas, dificultando o diagnóstico laboratorial (Sigmund *et al.*, 2021). Já crianças entre 1 e 6 anos possuem uma predominância de linfócitos no sangue periférico, o que pode levar a dificuldades na diferenciação entre infecções virais e bacterianas com base apenas na contagem diferencial de leucócitos (Achey *et al.*, 2020). Por outro lado, adolescentes apresentam parâmetros laboratoriais mais semelhantes aos dos adultos, embora ainda possam sofrer variações devido ao crescimento e à maturação hormonal.

O uso de medicamentos também pode comprometer a confiabilidade dos exames laboratoriais. Corticosteroides, por exemplo, suprimem a resposta inflamatória, podendo reduzir artificialmente PCR, VHS e a contagem de neutrófilos, mascarando infecções ativas (Kimura *et al.*, 2016). O uso prévio de antibióticos pode interferir na sensibilidade das culturas microbiológicas, além de diminuir os níveis de PCR e PCT, mesmo em infecções ainda presentes, tornando a interpretação mais complexa. Heparina e outros anticoagulantes podem causar falsos prolongamentos do PT e APTT, dificultando a avaliação precisa do status de coagulação (Achey *et al.*, 2020). Já os imunossupressores diminuem a produção de citocinas inflamatórias, podendo levar à subestimação da resposta inflamatória nos exames laboratoriais (Olasińska-Wiśniewska, 2023).

Tabela 1. Valores de referência para exames laboratoriais pediátricos

Parâmetro	Neonatos (0-28 dias)	Lactentes (1-12 meses)	Crianças (1-12 anos)	Adolescentes (>12 anos)
Leucócitos ($10^3/\text{mm}^3$)	9,0 - 30,0	6,0 - 17,5	5,0 - 15,5	4,5 - 13,5
Neutrófilos (%)	30 - 50	25 - 55	30 - 60	40 - 70
Linfócitos (%)	40 - 60	35 - 65	25 - 50	20 - 40
PCR (mg/L)	< 10	< 5	< 5	< 5
Procalcitonina (ng/mL)	< 2,0	< 0,5	< 0,25	< 0,15
VHS (mm/h)	< 20	< 15	< 10	< 10
NLR (Razão Neutrófilo-Linfócito)	0,5 - 2,5	0,5 - 3,0	1,0 - 3,5	1,5 - 4,5
PLR (Razão Plaqueta-Linfócito)	50 - 150	100 - 200	100 - 250	120 - 300
PT (Tempo de Protrombina, s)	10 - 16	10 - 15	9 - 14	9 - 13
APTT (Tempo de Tromboplastina Parcial Ativado, s)	25 - 45	24 - 42	22 - 40	21 - 39
Dímero-D (mg/dL)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Fonte: Autoria própria, 2024

O estado nutricional e as condições clínicas do paciente são outros fatores relevantes que influenciam a interpretação dos exames. Pacientes com desnutrição grave frequentemente apresentam uma resposta inflamatória atenuada, com menor produção de PCR e citocinas inflamatórias, o que pode dificultar a identificação de infecções (Sigmund *et al.*, 2021). Já a obesidade pode levar a um aumento crônico dos níveis de PCR, independentemente da presença de infecção, reduzindo a especificidade desse biomarcador inflamatório para a triagem de infecções agudas. Além disso, pacientes com doenças autoimunes e inflamatórias crônicas podem apresentar níveis persistentemente elevados de VHS e PCR, tornando desafiador diferenciar um quadro inflamatório de base de uma infecção aguda.

Exercícios de fixação

1. Por quais motivos é importante realizar exames laboratoriais capazes de verificar infecções durante a avaliação pré-operatória?
2. De que forma o hemograma pode ser utilizado na avaliação de infecções?
3. Discorra sobre o exame de proteína C reativa.
4. Discorra sobre o exame de procalcitonina.
5. Discorra sobre o exame de velocidade de hemossedimentação.

Referências

AKIN, M. A. et al. The clinical significance of platelet-to-lymphocyte ratio (PLR) in patients with infectious diseases. **Clinical Hematology International**, v. 5, n. 3, p. 167-171, 2020.

AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS (ASA). **ASA Physical Status Classification System**. 2020. Disponível em: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system>. Acesso em: 09 mar. 2025.

BAGOT, C. N. et al. Leukocyte count and its relationship with clinical outcomes in acute bacterial infections. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 55, n. 8, p. 2434-2441, 2017.

BARI, M. S.; GHOSH, A. Coagulation tests and their role in diagnosing bleeding disorders. **Journal of Thrombosis and Haemostasis**, v. 11, n. 5, p. 1123-1130, 2013.

BOADA, R.; BERNARD, T. J.; FENTON, L. Z. Biomarcadores de hipercoagulabilidade e inflamação no acidente vascular cerebral isquêmico arterial de início na infância. **The Journal of Pediatrics**, v. 156, n. 2, p. 223-230, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022347609010798>. Acesso em: 9 mar. 2025.

BOHN, M. K.; SEPIASHVILI, L.; ALLI, Z. Padrões biológicos complexos de citocinas solúveis e CD163 na infância necessitando de intervalos de referência específicos para a idade para interpretação clínica baseada em evidências. **Clinical Biochemistry**, v. 93, p. 18-27, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009912021002459>. Acesso em: 9 mar. 2025.

COURTMAN, S. et al. Preoperative Pediatric Assessment: Infection and Inflammatory Markers. **Pediatrics Journal**, v. 56, n. 3, p. 320-335, 2022.

DUNCAN, S. G.; FELDMAN, H. A. Leukocytosis and neutrophil response to bacterial infections in children. **Pediatric Infectious Disease Journal**, v. 32, n. 6, p. 595-600, 2013.

FILHO, A. P. C. et al. **Avaliação pré-operatória em pediatria: recomendações clínicas e laboratoriais**. São Paulo: Editora Médica, 2019.

FLETKE, K. J.; KAYSIN, A.; JONES, S. Preoperative Evaluation in Children. **American Family Physician**, v. 105, n. 6, p. 640-649, 2022. Disponível em: <https://www.aafp.org/afp>. Acesso em: 09 mar. 2025.

GÖRMELI, G. et al. The diagnostic value of the neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) in inflammatory diseases. **Journal of Clinical Laboratory Analysis**, v. 32, n. 6, p. e22976, 2018.

HENRY, B. M.; BENOIT, S. W.; DE OLIVEIRA, M. H. S. Laboratory abnormalities in children with mild and severe coronavirus disease 2019 (COVID-19): a pooled analysis and review. **Clinical Biochemistry**, v. 86, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009912020303313>. Acesso em: 9 mar. 2025.

HIGGINS, V.; TAHMASEBI, H.; FUNG, A. W. S. Pediatric reference intervals for biochemical markers: gaps and challenges, recent national initiatives and future perspectives. **EJIFCC**, v. 1, p. 43-55, 2017. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5387699/>. Acesso em: 9 mar. 2025.

JONES, T. R. Advances in Pediatric Preoperative Evaluation: Laboratory and Clinical Insights. **International**



Journal of Pediatric Surgery, v. 48, n. 1, p. 22-38, 2022.

LEWIS, M.; NORRINGTON, C. The role of inflammatory biomarkers in pediatric infections. **Pediatric Infectious Disease Journal**, v. 42, n. 2, p. 85-94, 2023.

LAPPALAINEN, M. et al. The role of erythrocyte sedimentation rate (ESR) in pediatric infectious diseases. **Scandinavian Journal of Infectious Diseases**, v. 34, n. 5, p. 372-378, 2002.

MATTILA, P. S. et al. Procalcitonin and C-reactive protein in the diagnosis of bacterial infection in children. **Archives of Disease in Childhood**, v. 91, n. 8, p. 687-690, 2006.

SCHWINGSHACKL, A.; ROVNAGHI, C. R. Regulation of inflammatory biomarkers by intravenous methylprednisolone in pediatric ARDS patients: results from a double-blind, placebo-controlled randomized trial. **Cytokine**, v. 86, p. 88-95, 2016. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4666843/>. Acesso em: 9 mar. 2025.

SEPIASHVILI, L.; ALLI, Z.; BOHN, M. K. Age-related changes in inflammatory biomarkers in pediatric populations. **Clinical Chemistry**, v. 67, n. 3, p. 451-460, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9433181/>. Acesso em: 9 mar. 2025.

SIGMUND, I. K.; PUCHNER, S. E.; WINDHAGER, R. Serum inflammatory biomarkers in the diagnosis of peri-prosthetic joint infections. **Biomedicines**, v. 9, n. 9, p. 1128, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9059/9/9/1128>. Acesso em: 09 mar. 2025.

SMITH, A. et al. The role of erythrocyte sedimentation rate (ESR) and C-reactive protein (CRP) in the evaluation of pediatric infections. **Pediatric Infectious Disease Journal**, v. 26, n. 4, p. 349-355, 2007.

STREIFF, M. B. et al. The use of D-dimer in the diagnosis of thrombotic disorders. **Thrombosis Research**, v. 175, p. 1-6, 2019.

TINWALA, A. et al. Coagulation and sepsis markers in neonatal necrotizing enterocolitis surgery: Prognostic implications. **Pediatrics Surgery Review**, v. 38, n. 1, p. 50-65, 2025.

ULUSAN, O. et al. Predictive inflammatory indices in pediatric preoperative risk assessment. **Pediatric Hematology and Oncology**, v. 42, n. 5, p. 515-526, 2025.

YARNELL, A. Inflammatory and Hemostatic Parameters in Pediatric Surgery. **Journal of Pediatric Surgery**, v. 47, n. 5, p. 210-225, 2016.

Capítulo 15

Exames laboratoriais no diagnóstico de meningites

Evelly David Goncalves
Victoria Nunes dos Santos Silva
Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas
George Alberto da Silva Dias

Introdução

As meningites são condições patológicas que decorrem de um processo inflamatório nas meninges, as quais são três membranas que revestem o sistema nervoso central (dura-máter, aracnoide e pia-máter), especificamente no espaço subaracnóideo e no Líquido Cefalorraquidiano (LCR ou Líquor) acometendo o cérebro e medula espinhal, causada por uma variedade de agentes infecciosos, sendo eles: vírus, bactérias, fungos e parasitas (Falcão *et al.*, 2023).

As meningites virais são as mais recorrentes nos neonatos tendo como maior incidência infecção por Enterovírus, contudo as infecções causadas por bactérias, possuem uma maior relevância devido apresentar uma elevada taxa de morbidade (20 a 60% dos casos) e mortalidade (40% dos casos) quando comparada aos outros microrganismos. As meningites bacterianas possuem como causa mais comum a infecção por *Streptococcus agalactiae*, *Neisseria meningitidis*, *Streptococcus pneumoniae* e *Haemophilus influenzae* (Freitas *et al.*, 2020; Guimarães *et al.*, 2022). As manifestações clínicas independente do agente causador são: febre, vômito, cefaleia, letargia, rigidez de nuca, sinal de Kernig, sinal de Brudzinski, petéquias, prostração, podendo evoluir até mesmo ao óbito ou coma em casos mais graves (Santos *et al.*, 2021). As manifestações clínicas que acompanham a meningites viral causada por enterovírus geralmente são: vômitos, anorexia, diarreia, tosse, faringite, mialgia e petéquias (Brasil, 2022).

O não amadurecimento do sistema imunológico dos neonatos contribui para o acometimento de infecções nas meninges, em especial, as meningites bacterianas que apresentam uma elevada taxa de morbidade e mortalidade quando desenvolvidas no primeiro mês de vida (Guimarães *et al.*, 2022). No entanto, todos os agentes causais devem ser considerados para um diagnóstico assertivo e tratamento adequado (Bundy; Ranjnik; Noor, 2023). Os recém-nascidos com peso abaixo de 1.500g ao nascer, apresentam um maior risco de desenvolvimento de meningites. Além do mais, a prematuridade é um importante fator de risco quanto a imaturidade imunológica, a realização de procedimento invasivos que os exponham a patógenos diversos e por necessitarem de internações longas em Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) apresentando-os a uma gama de agentes infecciosos hospitalares (Falcão *et al.*, 2023).

Desse modo, é de suma importância a detecção precoce das meningites, especialmente, em pacientes pediátricos. Todavia, o seu diagnóstico é dificultoso, uma vez que esse tipo de inflamação apresenta uma elevada variedade de patógenos causadores e manifestações clínicas sutis ou inespecíficas nos indivíduos infectados (Bundy; Ranjnik; Noor, 2023).

Exames laboratoriais

Frente as suspeitas de meningites neonatais, possivelmente causadas por bactérias, o padrão ouro aplicado é a realização da cultura feita por meio das amostras de LCR, sangue, raspados de lesões petequiais ou fezes. No entanto, outros exames laboratoriais são realizados, sendo eles: reação em cadeia da polimerase (PCR) utilizando como amostra o líquido, soro e outras; aglutinação pelo látex (as amostras são LCR e soro); bacterioscopia direta (tendo como amostra LCR e outros fluídos estéreis); e quimiocitológico do líquido (Brasil, 2019).

Acerca do diagnóstico laboratorial nos casos de meningite virais, os seguintes exames são realizados para sua detecção: isolamento viral em cultura celular (amostras de LCR e fezes), PCR e quimiocitológico do líquido (Brasil, 2022).

O LCR é coletado através da punção lombar (PL), executada por um profissional especializado, sendo um procedimento invasivo realizado na região lombar entre as vértebras L3-L4, L4-L5 ou L5-S1. Segundo o Guia de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (2019), a quantidade da amostra coletada deve ser de 3mL, que será dividida aos demais exames laboratoriais para diagnóstico.

Exame quimiocitológico do líquido

Consiste na avaliação da celularidade do Líquor permitindo a indicação da intensidade da infecção, através da contagem e diferenciação das células, bem como da quantidade de concentração da glicose e proteínas. No entanto, apresenta uma baixa especificidade, o tornando um método não considerado como um exame para diagnóstico final, necessitando de testes complementares de confirmação dos resultados (Brasil, 2019; Santos *et al.*, 2022). Esse exame é aplicável para as meningites virais e bacterianas, bem como as demais meningites.

Geralmente, é o principal instrumento utilizado para diagnóstico das meningites, segundo o estudo feito por Santana e colaboradores no Estado do Alagoas (2022), bem como a pesquisa realizada por Santos *et al.* (2021), mesmo que o padrão ouro seja o diagnóstico determinado pela cultura.

De acordo com o Ministério da Saúde (2019) em seu Guia de Vigilância em Saúde, o quimiocitológico nos casos de meningite será caracterizada por alterações celulares e bioquímicas, bem como o aspecto (em casos de meningite bacteriana) e cor do LCR serão modificadas, no entanto Bundy, Ranjnik e Noor (2023) apresentaram ainda as considerações acerca da concentração das células sanguíneas e macromoléculas (proteínas e glicose) em bebês com idade menor de 28 dias (neonatos), que deve ser considerado devido apresentarem uma maior concentração dessas macromoléculas, quando comparados aos bebês com idade superior a 29-60 dias.

Cultura

A cultura bacteriana é uma ferramenta essencial, tanto para o diagnóstico padrão quanto para o diagnóstico diferencial da meningite. Os princípios dessa técnica se baseiam no isolamento da bactéria para a identificação da espécie, teste de sensibilidade (antibiograma) e, posteriormente, análise de sorotipo, sorogrupo e sorosubtipo do meningococo invasivo, bem como o sorotipo de pneumococo e *Haemophilus influenzae* (Funed, 2020).

Esse tipo de exame pode ser realizado a partir de diversos tipos de amostras (fluidos corporais), principalmente as do Líquido Cefalorraquidiano (LCR), sangue e raspado de lesões petequiais. Desse modo, o exame de cultura é considerado o padrão ouro para diagnóstico de meningite bacteriana, haja vista que possui um alto grau de especificidade e sensibilidade. Nesse sentido, é válido ressaltar que além da meningite bacteriana, o exame também contempla, como apoio diagnóstico, os demais tipos de meningite, tendo em vista o caráter dinâmico que essa técnica apresenta (Funed, 2020).



Reação em Cadeia da Polimerase quantitativa (qPCR)

Os exames a partir da biologia molecular utilizam a técnica de PCR (Polymerase Chain Reaction – Reação em cadeia da Polimerase), baseada na amplificação *in vitro* do número de cópias de uma região específica do DNA. Esse mecanismo tem o intuito de produzir DNA suficiente para uma determinada análise. Sendo assim, a qPCR é capaz de detectar o DNA de diferentes espécies: *Neisseria meningitidis*, *Streptococcus pneumoniae* ou *Haemophilus influenzae*, as quais podem estar presentes nas amostras clínicas do LCR e/ou soro. Além de possibilitar a genogrupagem dos sorogrupos de *Neisseria meningitidis*, bem como a genotipagem dos tipos de *Haemophilus influenzae*.

A qPCR é uma modificação da técnica convencional de PCR, apresentando uma maior sensibilidade e especificidade em menor tempo de reação. Dessa forma, o painel de PCR consegue detectar o agente causador da meningite tanto em casos com cultura positiva, quanto em casos com cultura negativa, contribuindo para detecção precoce da doença, especialmente para os neonatos (Silva, 2019).

Aglutinação em látex

A aglutinação em látex é considerada uma das técnicas mais simples a ser realizada, seu mecanismo consiste na detecção do antígeno bacteriano em amostras de LCR e/ou soro. As partículas de látex são sensibilizadas com antissoros específicos, os quais permitem, através da técnica de aglutinação rápida (em placa), verificar a presença do antígeno bacteriano nas amostras. Em relação a identificação da espécie bacteriana, é seguido o código determinado pelo kit e descrito nos frascos de antígeno (Brasil, 2021).

Bacterioscopia direta

A partir da coleta do LCR, são divididas as amostras para realização dos exames laboratoriais, uma certa quantidade é direcionada para a o exame de bacterioscopia direta, técnica de diagnóstico com baixo grau de especificidade, utilizado após a análise quimio-citológica do líquido ou de outros fluidos corporais estéreis, para um diagnóstico final. Esse método consiste na aplicação da técnica de coloração de Gram na amostra, e então visualização nos microscópios dos microrganismos presentes na amostra, permitindo a identificação da morfologia e classificação de Gram-positivas ou Gram-negativas das bactérias presentes no material analisado (Brasil, 2019; 2022). A partir da presença de bactérias na amostra do caso suspeito, visualizado por meio da bacterioscopia, o diagnóstico é confirmado, contudo, por conta da baixa especificidade e com o objetivo de descarte de infecções por outros microrganismos a cultura é feita.

Isolamento viral em cultura celular

Consiste em um método de diagnóstico laboratorial específico para detecção e determinação do vírus causador da meningite, por conta de haver muitos agentes virais que podem infectar o sistema nervoso desencadeando em inflamação da meninge, denominada como meningite viral ou asséptica. Dentre eles destaca-se os Enterovírus (poliovírus, echovírus, coxsackievírus A, coxsackievírus B, enterovírus-A71, enterovírus-D68), mas outros vírus também podem iniciar o processo inflamatório nas meninges, como por exemplo o

vírus do sarampo, vírus herpes (tipo 1,2 e 6), vírus Epstein Barr, dentre outros, no entanto, os neonatos diagnosticados com meningite asséptica possuem como principal agente viral causador, os Enterovírus (Guerrero, 2021).

As amostras utilizadas de forma habitual são líquido e fezes, para efetuação do isolamento do ácido nucleico do vírus em uma cultura celular isolada, técnica que permite a replicação de um maior número de vírus nas células em cultura, facilitando a identificação e detecção do vírus. Esse método de diagnóstico possui uma elevada sensibilidade, por conta de sua especificidade na descoberta do agente causal através da detecção do genoma viral alvo. Os efeitos citopáticos são fenômenos observados caracterizados por modificações morfológicas nas células em cultura, que é utilizado como indicador para determinação do tipo de vírus que foi isolado (Santos, 2021).

Exercícios de fixação

1. Quais os principais agentes etiológicos e sintomas das meningites virais?
2. Quais os principais agentes etiológicos e sintomas das meningites bacterianas?
3. No que consiste o Exame quimiocitológico do líquido?
4. Em quais situações deve ser realizado o isolamento viral em cultura celular do LCR?

Referências

BRASIL, Ministério da Saúde. **GUIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE**. Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde. 5ª edição, p. 113-145. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: https://bvsm.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_5ed_rev_atual.pdf

BRASIL, Ministério da Saúde. **GUIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (Volume único)**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. 4ª edição, p. 33-69. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: https://bvsm.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_4ed.pdf

BUNDY, L.M; RAJNIK, M; NOOR, A. Neonatal Meningitis. 2023 Jul 6. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 30335297. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532264/>

FALCÃO, IML; COELHO, TC; MAIA, MS; DO NASCIMENTO, BR; DE SOUSA, LA; VIEIRA, GN; & MAGALHÃES, AB. Análise socioeconômica e de prevalência da mortalidade infantil por Meningite no Brasil ao longo de uma década. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 3, p. 8375-8386, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n3-001>

FREITAS, T.O.; DORNELAS, P.A.; NERI, B.Y.M.; DE MORAIS, D.G.; MENDES, R.F. MENINGITE BACTERIANA INFANTIL: UMA DISCUSSÃO. **Anais do Seminário Científico do UNIFACIG**, n. 6, 2020. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/2106/0>

GUERRERO, G. A.Z.; PARRA, A. D.D.; POVEDA, M. J.C.; SANTOS, J. C.V. Manejo de meningitis vírica en recién nacidos. **RECIMUNDO**, v. 5, n. Especial 1, p. 126-137, 29 dez. 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(esp.1\).nov.2021.126-137](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(esp.1).nov.2021.126-137)

GUIMARÃES, NM; ALVES, VHR; SOARES, BS; RUIZ, LM; GUIMARÃES, LC; SOARES, VM; KOZUSNY-ANDREANI, DI. Análise epidemiológica dos casos de meningite em crianças no Brasil dos anos 2010 a 2020. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. e187111537032-e187111537032, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd->

v11i15.37032

FUNED. **Meningite Bacterina e doença meningocócica.** Fundação Ezequiel Dias (FUNED) 2021. Disponível em: <http://www.funed.mg.gov.br/meningite-bacteriana-e-doenca-meningococica/#:~:text=Aglutina%C3%A7%C3%A3o%20pelo%20l%C3%A1tex%20%E2%80%93%20detecta%20o,o%20ant%C3%ADgeno%20bacteriano%20nas%20amostras>

SANTANA, M.; ARNOZO, G.; COSTA, I.; PRADO, M.; BEZERRA, R.; ROCHA, C.; ALMEIDA, J.; SANTANA, J.; NASCIMENTO, A.; SIQUEIRA, G.; SOUZA, C. Perfil epidemiológico, tendência temporal e localização geográfica da ocorrência de meningites em Alagoas (2008-2017). **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 7, n. 4, 2022. DOI: 10.48017/dj.v7i4.2397. Disponível em: https://diversitas.emnuvens.com.br/diversitas_journal/article/view/2397

SANTOS, J.C.; BORGES, K.N.G; PAIVA, B.G.; FERREIRA, A.L.C.C.A.; & KUSMA, S.Z.; Meningite na infância: uma análise das internações hospitalares no Brasil. **Rev. Cient. Esc. Estadual Saúde Pública de Goiás Cândido Santiago**, p. 7000030-7000030, 2021. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/03/1150416/meningite-na-infancia.pdf>

SANTOS, N. S. O.; ROMANOS, M. T. V.; WIGG, M. D. **Virologia humana** 4^o Edição p. 235 -250. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

SILVA, Dayane de Sousa. **Padronização do diagnóstico por PCR tempo real para meningite meningocócica e teste de amostras clínicas de liquor de crianças com suspeita de meningoencefalite**, [s. l.], 20 abr. 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/41843>

Capítulo 16

Exames laboratoriais e de imagem no diagnóstico de doenças respiratórias pediátricas

Jamille Cristina Conceição Santos
Liana Pillar Lima do Patrocínio
Lorena de Oliveira Tannus
Luciana Ferreira Vidal
Caroline Mendes Santos
Ivete Furtado Ribeiro Caldas

Síndrome do desconforto respiratório do recém-nascido e pediátrica

A síndrome do desconforto respiratório (SDR) é a principal causa de insuficiência respiratória em bebês prematuros devido ao desenvolvimento pulmonar imaturo e à deficiência de surfactante (Chen; Chen, 2022).

A SDR neonatal foi classificada como direta ou indireta, infecciosa ou não infecciosa e perinatal (≤ 72 horas após o nascimento) ou de início tardio. Os desfechos primários foram: 1) sobrevida em 30 dias a partir do diagnóstico, 2) sobrevida intra-hospitalar e 3) sobrevida livre de oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) em 30 dias a partir do diagnóstico. Os desfechos secundários incluíram complicações respiratórias e morbidades extra-pulmonares neonatais comuns (De Luca *et al.*, 2022).

Em outro contexto, a síndrome do desconforto respiratório agudo pediátrico (PARDS) é comum em UTI pediátricas em todo o mundo, 1 em cada 100 crianças internadas na UTIP atende aos critérios da American European Consensus Conference (1) para lesão pulmonar aguda (LPA) ou síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) (Flori, 2015).

Medições de marcadores bioquímicos da SRD

Marcadores bioquímicos foram medidos em crianças gravemente doentes, embora em menor grau do que aqueles medidos em adultos, e poucos estudos se concentraram em crianças com PARDS. Elevações do antígeno do fator von Willebrand e da endotelina-1, refletindo lesão endotelial; elevação da molécula-1 de adesão intercelular solúvel, refletindo a ativação de macrófagos e lesão de células endoteliais; e a elevação do inibidor da ativação do plasminogênio, refletindo a coagulação desregulada, resultando na deposição de fibrina alveolar, todos associados ao aumento do risco de mortalidade e à necessidade prolongada de ventilação mecânica em crianças. Da mesma forma identificou-se que elevações do peptídeo beta natriurético podem ser relacionados a piores resultados clínicos, mas a magnitude da elevação é em um grau muito menor do que aquela observada em pacientes com disfunção miocárdica (Flori, 2015).

A prevalência aparentemente mais elevada de níveis séricos aumentados de CK-MB, procalcitonina, podem representar uma resposta inflamatória ao SARS-CoV-2. A CK-MB é um indicador de lesão miocárdica, indicando o possível papel do vírus nas lesões cardíacas (Martins *et al.*, 2020). Segundo a OMS (2020), alguns dos fatores que definem a doença inflamatória multissistêmica em crianças e adolescentes: é a evidência de COVID-19 (RT-PCR, teste de antígeno ou sorologia positiva) ou provável contato com um paciente com COVID-19, associada às características de disfunção miocárdica, pericardite, valvulite ou anomalias coronárias (incluindo resultados de ECO ou troponina/NT-proBNP elevados), além de evidência de coagulopatia (por PT, PTT, d-Dímeros elevados). Ou ainda, marcadores elevados de inflamação, como VHS, proteína C reativa ou procalcitonina.

A gasometria arterial é relevante na detecção e monitoramento de doenças respiratórias em neonatos, principalmente SDR, sendo utilizada para o acompanhamento dos casos de necessidade de suporte respiratório, seja ventilação invasiva ou não invasiva (El-faragy, 2021).

Broquiolite Viral

A doença mais comum associada à infecção pelo vírus sincicial respiratório (VSR) é a bronquiolite (Midulla *et al.*, 2019). De acordo com a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) (2017), o VSR é um dos principais agentes etiológicos das infecções que acometem o trato respiratório inferior entre lactentes e crianças menores de 2 anos de idade, podendo ser responsável por até 75% das bronquiolites e 40% das pneumonias durante os períodos de sazonalidade.

Os humanos nascem com quase todas as suas vias aéreas e alvéolos e, portanto, o lúmen dos bronquíolos nessas vias é relativamente menor que o de um adulto e, portanto, mais sujeito à obstrução (Griffiths, 2017).

Segundo Öner (2020), a infecção por VSR foi identificada definitivamente com base em um teste diagnóstico de fluido corporal, incluindo reação em cadeia da polimerase (PCR), cultura viral ou teste de antígeno.

Exames laboratoriais da bronquiolite viral

A infecção por VSR entre crianças pequenas é frequentemente diagnosticada clinicamente. O diagnóstico laboratorial pode ser comprovado por isolamento viral, por testes de diagnóstico de antígenos virais, por RT-PCR e, ainda, por meio de sorologia (Walsh; Hall, 2015).

O isolamento viral permite a caracterização antigênica, assim como, o perfil de susceptibilidade aos antivirais. Conforme Walsh e Hall (2015), anteriormente era referenciado como técnica padrão, porém foi suplantado por um dos ensaios rápidos de antígeno ou pela amplificação de ácidos nucleicos, RT-PCR. De maneira que, esta técnica demora vários dias para se obter os resultados, além do maior custo financeiro e de difícil realização, é restrita a laboratórios especializados de referência (SBP, 2017).

A detecção de antígenos virais baseia-se na identificação de fragmentos antigênicos do VSR por imunofluorescência direta ou indireta (DFA/ IFA) ou por testes de detecção antigênica rápida (point care) (SBP, 2017). A DFA/IFA permite a identificação de sete vírus respiratórios: Influenza A e B, VSR, Para influenza 1, 2, 3 e Adenovírus, além de apresentar sensibilidade de 80% e especificidade de 90%. Esta técnica é a de mais baixo custo dentre as disponíveis, entretanto necessita da análise por um técnico habilitado (SBP, 2011). Em contrapartida, os testes de detecção rápida são os mais frequentemente utilizados para lactentes (Henrikson e Hall, 2007). Conforme SBP (2017), incluem os ensaios de imunoabsorção enzimática (EIAs) e os ensaios imunocromatográficos, e têm como principal apelo a facilidade de uso e a possibilidade de oferecer os resultados em até 10 minutos, permitindo a instituição precoce de intervenções.

A detecção de sequências de ácidos nucleicos específicos por ensaios de amplificação, predominantemente reação em cadeia da polimerase em tempo real (PCR-TR), permitem a detecção de pequenas quantidades de ácido nucléico viral em amostras clínicas (Boivin *et al.*, 2004). É uma técnica de rápida detecção e diminuição dos casos falsos negativos (Walsh, 2001). Estão disponíveis testes comerciais, em ensaios de PCR multiplex, capazes de detectar diversos vírus em um mesmo teste, sendo reconhecidos como os testes de escolha para o diagnóstico específico das infecções respiratórias em diferentes cenários clínicos (SBP, 2017).

Os testes sorológicos são utilizados menos frequentemente na rotina diagnóstica do

VSR. Embora importantes para estudos epidemiológicos de soroprevalência, esses exames não são úteis para o diagnóstico a tempo de orientar o atendimento aos pacientes, uma vez que são necessárias amostras de soro na fase aguda e convalescente para se demonstrar um aumento significativo no título de anticorpos para o VSR (Kimberling, 2015).

Segundo SBP (2017), as técnicas padronizadas para coleta de amostras de secreção respiratória para confirmação diagnóstica de infecções virais são:

- Aspirados de nasofaringe;
- Swabs de rayon com ponta revestida com fibras curtas que estão dispostas de forma perpendicular à haste de plástico.

Pneumonias

A pneumonia é um tipo de infecção respiratória aguda (IRA) comum entre crianças menores de 5 anos e em populações de países em desenvolvimento, sendo a maior causa infecciosa de morte de crianças em todo o mundo (Unicef, 2020). A doença acomete o trato respiratório inferior e geralmente é causada por um vírus, bactéria ou fungo que invade os lobos pulmonares e brônquios, causando a produção de exsudato mucopurulento que compromete as vias aéreas. Quando a infecção evolui para o parênquima pulmonar, pode causar repercussões graves e levar a óbito, influenciando, portanto, nos índices de morbidade e de mortalidade evitáveis no Brasil entre neonatos e crianças menores de 5 anos (Manole, 2022). Segundo a Organização Mundial de Saúde (2022) a pneumonia pode ser classificada de acordo com o local de aquisição, pode ocorrer no período neonatal até 28 dias de vida ou em crianças não-hospitalizadas denominada de pneumonia adquirida na comunidade (PAC), sendo esta a causa mais frequente de pneumonia entre crianças menores de cinco anos.

Em relação a pneumonia neonatal, as lesões pulmonares são difusas e as manifestações clínicas atípicas. A contaminação pode ser de origem congênita – causada por transmissão vertical transplacentária mãe-feto associada a infecções, como: toxoplasmose, rubéola, citomegalovírus, herpes e sífilis - ou precoce, adquirida por infecção ascendente do trato genital materno para o feto ou no parto vaginal. Dentre os patógenos prevalentes da pneumonia neonatal destaca-se o *Streptococcus agalactiae* beta-hemolítico do grupo B (GBS), seguidos de *Escherichia coli*; *Klebsiella*, *Listeria* e *Ureaplasma*. Já nas infecções tardias em RN, acima de 7 dias, o patógeno frequente é o *Staphylococcus*. Ressalta-se que pneumonia viral não é comum no período neonatal (Manole, 2022).

Entretanto, quando a contaminação ocorre em ambientes não hospitalares, como domicílios, escolas e comunidades, atribui-se o termo Pneumonia Adquirida na Comunidade (PAC). Assim como a pneumonia neonatal, a PAC pode ser desencadeada por micro-organismos, como bactérias, vírus e fungos. Além disso, sua ocorrência está sujeita a fatores, como a faixa etária da criança e elementos de risco, incluindo comorbidades, imunossupressão, sazonalidade, esquema vacinal incompleto e variáveis socioeconômicas (Sociedade Brasileira de Pediatria, 2019).

Diante disso, considera-se complexo identificar o patógeno da PAC, visto a influência de vários fatores. Todavia, segundo Nascimento-Carvalho (2020) alguns patógenos são mais frequentes em determinadas faixas etárias. O vírus sincicial respiratório (VSR), por exemplo, é o agente etiológico mais recorrente em crianças acima de 2 meses de vida até 5 anos de idade. Além desse vírus, destacam-se o influenza, parainfluenza, adenovírus e rinovírus. Entre os agentes bacterianos, *Streptococcus pneumoniae* ou *S. pneumococo* é a

causa mais comum, seguido do *Staphylococcus aureus*.

Tabela 1. Etiologias mais frequentes da pneumonia comunitária, conforme a faixa etária da criança.

FAIXA ETÁRIA	AGENTE ETIOLÓGICO
Até 2 meses	<i>Estreptococo do grupo B, enterobactérias, Listeria monocytogenes, Chlamydia trachomatis, Staphylococcus aureus, vírus</i>
De 2 a 6 meses	<i>Chlamydia trachomatis, vírus, germes da pneumonia afebril, Streptococcus pneumoniae, Staphylococcus aureus, Bordetella pertussis</i>
De 7 meses a 5 anos	<i>Vírus, Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae, Staphylococcus aureus, Mycoplasma pneumoniae, Mycobacterium tuberculosis</i>
> 5 anos	<i>Mycoplasma pneumoniae, Chlamydia pneumoniae, Streptococcus pneumoniae, Mycobacterium tuberculosis</i>

Fonte: Tratado de Pediatria (Manole, 2022).

Diagnóstico clínico das pneumonias

Em termos de manifestações clínicas a pneumonia apresenta quadro variado, pois depende de fatores como agente etiológico, idade da criança e resposta imunológica do indivíduo, apresentando repercussões clínicas específicas. Todavia, sinais como febre de início súbito, taquipneia e tosse são sintomas clássicos da patologia (Manole, 2022).

Dessa forma, para realizar o diagnóstico da pneumonia é necessário avaliar minuciosamente os sinais clínicos, por exemplo, na pneumonia bacteriana são frequentes tosse, tiragem intercostal e taquipneia que varia de intensidade em lactentes e crianças. Além disso, no exame de ausculta respiratória pode apresentar som de estertores crepitantes, diminuição de ruídos respiratórios e saturação de oxigênio menor que 95%, no oxímetro digital (Organização Pan-Americana de Saúde-OPAS, 2020). Nesse contexto, segundo a OMS (2022) é importante a avaliação geral do quadro clínico do paciente para interpretar e realizar um diagnóstico assertivo, a fim de intervir de forma célere proporcionando melhores resultados para a saúde infantil.

Exames laboratoriais no diagnóstico das pneumonias

No âmbito geral, o diagnóstico da pneumonia adquirida na comunidade (PAC) ocorre pela análise de sinais e sintomas clínicos em conjunto com o exame de radiografia do tórax. A escolha dos exames depende da gravidade da doença e dos fatores de risco específicos. Pacientes saudáveis em atendimento ambulatorial podem ser tratados sem a necessidade de exames laboratoriais adicionais. Já nos casos de infecção grave ou risco de complicações respiratórias, são realizados hemograma completo, hemocultura, análise do escarro pelo método de Gram e cultura. A tomografia computadorizada pode ser solicitada para pacientes com radiografia de tórax negativa (Williamson; Snyder, 2018).

1. Hemograma: a realização do hemograma completo não é indicada para crianças com suspeita de pneumonia adquirida na comunidade (PAC) tratadas em regime ambulatorial, recomenda-se para pacientes internados com PAC grave. O exame pode ser útil para o manejo clínico da criança e para escolha do antimicrobiano, considerando o contexto clínico. Um dos aspectos analisados nesse exame é o leucograma ele pode indicar leucocitose (> 10.000 células/ mm^3 e eosinofilia $>300-400$ células/ mm^3) em casos de infecção por *Chlamydia trachomatis*, porém é inespecífico para distinguir diagnóstico de PAC viral ou bacteriana (Manole, 2022).
2. Reação em Cadeia da Polimerase (PCR): técnica de PCR amplifica o material genético (DNA ou RNA) de microrganismos, sendo específica para detecção de alguns patógenos, por isso tornou-se o padrão-ouro para o diagnóstico de infecções respiratórias virais, como o influenza. De acordo com Harrison (2022) o PCR detecta, também, o ácido nucleico de variedades de *Legionella*, *M. pneumoniae*, *C. pneumoniae* e micobactérias. É um exame realizado a partir de swabs de nasofaringe, porém, por ter custo elevado não está disponível na maioria dos centros de saúde.
3. Marcadores Inflamatórios: apesar dos marcadores inflamatórios não distinguirem entre quadros de pneumonia de origem viral e bacteriana em pacientes pediátricos, eles são importantes para detectar inflamação grave e durante o tratamento para avaliar o prognóstico. Dentre os biomarcadores mais utilizados destacam-se a velocidade de hemossedimentação (VHS), a concentração de proteína C-reativa (PCR) e a concentração de procalcitonina sérica (PCT) (Harrison, 2022). Nesse sentido, a Sociedade Brasileira de Pediatria (2021) considera que níveis elevados de VHS e PCT sinalizam a fase aguda da doença e podem indicar infecção de origem bacteriana, quando os valores de PCT são acima de 0,25 ng/mL, já níveis de PCT $< 0,1$ ng/mL indicam grande probabilidade de exclusão desse patógeno. Da mesma forma, a dosagem de PCR pode ser útil para a decisão quanto à prescrição de antibióticos. Níveis de proteína C reativa com valores entre 20 a 100 mg/L, recomendam uso de antibacteriano.
4. Hemocultura: a hemocultura é indicada para crianças com PAC complicada, que precisam de hospitalização ou não apresentaram melhora no quadro clínico mediante o tratamento com antibioticoterapia. Isso ocorre porque a hemocultura tem maior probabilidade de detectar patógenos nesses pacientes, incluindo *Staphylococcus aureus* e bacilos gram-negativos, que não são cobertos pelo esquema empírico inicial (Manole, 2022).
5. Testes rápidos: conforme a Sociedade Brasileira de Pediatria (2021) testes rápidos realizados à beira do leito devem ser considerados, quando disponíveis, especialmente em crianças menores de 5 anos de idade e para aquelas com infecções graves. Nesse sentido, são indicados exames como hemograma, dosagem de eletrólitos, hemocultura, testes de função hepática e renal. Essa conduta pode reduzir o uso desnecessário de métodos de imagem e/ou antimicrobianos. Além disso, é recomendada a investigação de tuberculose em crianças que vivem em regiões endêmicas ou que tenham sido expostas ao patógeno.
6. Broncoscopia e Lavado Broncoalveolar (LBA): a broncoscopia, o lavado broncoalveolar (LBA), a aspiração pulmonar percutânea ou a biópsia pulmonar a céu aberto, são procedimentos mais invasivos que devem ser realizados em crianças que apresentem quadros graves de PAC ou sejam imunocompetentes, sobretudo, quando há dúvidas no diagnóstico (Sociedade Brasileira de Pediatria, 2021).
7. Sorologia: para Harrison (2022) os testes sorológicos apesar de colaborarem para

identificar agentes etiológicos específicos (como *Mycoplasma pneumoniae* e *Chlamydia trachomatis*) mediante a elevação dos níveis dos anticorpos IgM, não são solicitados rotineiramente. Isso ocorre porque o diagnóstico necessita de títulos pareados, de maior tempo para obter um resultado final, além de uma análise retrospectiva.

Síndrome Aspiração Meconial (SAM)

A Síndrome de Aspiração de Mecônio (SAM) é uma insuficiência respiratória grave caracterizada pela aspiração do líquido amniótico contaminado por mecônio que pode ocorrer antes ou durante do nascimento resultando obstrução das vias aéreas e hipoventilação alveolar com hipóxia (Burris, 2019).

A incidência global da SAM representa 1% a 3% dos recém-nascidos (RN) vivos, destes 55% possuem mecônio na traqueia por volta 10% a 30% tornam -se sintomáticos (Diniz; Cecon, 2022).

Em relação a etiologia a liberação do mecônio intrauterino está associada ao sofrimento fetal decorrente da hipoxia fetal e acidose. Dentre os fatores que predisõem esse mecanismo destacam-se a hipertensão materna, o tabagismo, a doença cardiovascular ou pulmonar crônica, a hipotensão aguda, o descolamento prematuro de placenta, a placenta prévia, os partos laboriosos, a presença de nós, circulares e prolapsos de cordão, a asfixia intrauterina crônica, o atraso de crescimento intrauterino, a cesárea eletiva e a apresentação pélvica (Diniz; Cecon, 2022).

No que tange aos aspectos fisiopatológicos a SAM desenvolve-se durante a maturidade intestinal, quando o hormônio motilina aumenta o seu peristaltismo por volta de 37 semanas de gestação. Isso resulta na eliminação do mecônio - substância lesiva aos pulmões- o qual desencadeia uma resposta inflamatória alveolar e parenquimatosa, aciona neutrófilos, citocinas e macrófagos. Esse processo inflamatório causa a ruptura da barreira alvéolo-capilar com passagem das proteínas do soro para vias aéreas. Nos pulmões o mecônio gera obstrução parcial ou total das vias aéreas, visto que seus sais biliares geram ações lesivas nos pneumócitos II e prejudicam a função dos surfactantes presentes nos alvéolos. Assim, pode causar consequências respiratórias graves como enfisema pulmonar, atelectasia, pneumotórax, pneumomediastino e hiperinsuflação pulmonar, (Gonçalves; Nona; Amaral, 2022).

Diagnóstico da SAM

O diagnóstico clínico da síndrome de aspiração de mecônio (SAM) é caracterizado por sinais clássicos como a impregnação por mecônio nas unhas, pele, cabelo e cordão umbilical do lactente não vigoroso. Esta apresentação clínica é acompanhada de desconforto respiratório, manifestado por taquipneia, cianose, batimento de asa do nariz, retrações respiratórias, tórax hiperextendido e em forma de barril. Além disso, podem ser auscultados estertores na ausculta pulmonar dos recém-nascidos (Monfredini *et al.*, 2021).



Exames laboratoriais para o diagnóstico da SAM

1. Gasometria arterial: demonstra inicialmente uma acidose respiratória por retenção de CO₂ com decorrer da evolução transforma-se em metabólica devido produção do ácido láctico por glicólise anaeróbia ocasionada pela falência do metabolismo aeróbico, hipoxemia, hipercapnia (Gonçalves; Nona; Amaral, 2022).
2. Hemograma: apresenta-se leucócitos com neutrofilia surgimento de bastonetes e outras formas das células jovens da série branca decorrente ao estresse da hipoxemia, trombocitopenia pelo excessivo consumo de plaquetas na área pulmonar (Gonçalves; Nona; Amaral, 2022).

Exercícios de fixação

1. Como pode ser classificada a síndrome do desconforto respiratório?
2. Quais os marcadores bioquímicos da síndrome do desconforto respiratório?
3. Quais exames laboratoriais podem auxiliar no diagnóstico da bronquiolite viral?
4. Quais os fatores etiológicos mais comuns de pneumonia de acordo com a faixa etária?
5. Quais exames laboratoriais podem auxiliar no diagnóstico da Síndrome de Aspiração de Mecônio?

Referências

AVELAR, Rosana Maria de; RODRIGUES, Sílvia Regina Brandão; SANTOS, Tatiana Lima dos Santos; SPINELLI, Jorge Luis Monteiro; ARAPUJO, Rafael Ângelo Araújo; AVILA, Paulo Eduardo Santos Avila; TORRES, Daniel da Costa. Epidemiological profile of neonates inside in icu with pneumonia in a maternal childhood reference hospital in Belém-PA. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, São Paulo, v.12, n.03, p. 6, 2020. DOI: 10.36692/v12n3-37. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/LxtkRT86MTrfs5Y4xy-6JgBn/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

Boivin, G.; Cote, s.; Déry, P.; De Serres, G. Bergeron, m. G. Multiplex real-time PCR assay for detection of influenza and human respiratory syncytial viroses. **J. Clin Microbiol.** 2004; 42(1): 45-51.

BURRIS, H. H. Manual de Neonatologia, *In*: CLOHERTY, J. P.; EICHENWALD, E. C.; STARK, A. R. (org.). **Aspiração de Mecônio**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. cap. 35. p.309-312.

Chen, I. L.; Chen, H. L. New developments in neonatal respiratory management. **Pediatr Neonatol.** 2022 Jul;63(4):341-347. doi: 10.1016/j.pedneo.2022.02.002. Epub 2022 Mar 16. PMID: 35382987.

De Luca, D; Tingay, D. G.; Van, A. H.; Courtney, S. E.; Kneyber, M. C. J; Tissieres, P.; Tridente, A.; Rimensberger, P. C.; Pillow, J. J. Neonatal ARDS Project Collaboration Group. Epidemiology of Neonatal Acute Respiratory Distress Syndrome: Prospective, Multicenter, International Cohort Study. **Pediatr Crit Care Med.** 2022 Jul 1;23(7):524-534. doi: 10.1097/PCC.0000000000002961. Epub 2022 May 9. PMID: 35543390.

Elfarargy, M. S.; Al-Ashmawy, G. M.; Abu-Risha, S.; Khatlab, H. Novel predictor markers for early differentiation between transient tachypnea of newborn and respiratory distress syndrome in neonates. **Int J Immunopathol Pharmacol.** 2021 Jan-Dec; 35:20587384211000554. doi: 10.1177/20587384211000554. PMID: 33722097; PMCID: PMC7970176.

ENCINA, F.C. Síndrome De Aspiración Meconial: Revisión De La Fisiopatología Y Estrategias De Manejo. **Neuromología Pediátrica**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 134–138, 2022. DOI: 10.51451/np.v17i4.515. Disponível em: <https://www.>

neumologia-pediatria.cl/index.php/NP/article/view/515.Acesso em: 7 apr. 2024.

Flor, H.; Dahmer, M. K.; Sapru, A.; Quasney, M. W. Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Comorbidities and assessment of severity of pediatric acute respiratory distress syndrome: proceedings from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. **Pediatr Crit Care Med**. 2015 Jun;16(5 Suppl 1):S41-50. doi: 10.1097/PCC.0000000000000430. PMID: 26035363.

GONÇALVES, M. R.; NONA, J.; AMARAL, J. M. Tratado de Clínica Pediátrica. In: AMARAL, João Manuel Videira (org.). **Síndrome de Aspiração Meconial**. 3ª ed. Lisboa: Circulo médico. 2022. E-book. Disponível em <https://tratadoclinicapediatria.pt/>. Acesso em: 20. mar.2024.

Griffiths, C.; Drews, S.J.; Marchant, D. J. Respiratory Syncytial Virus: Infection, Detection, and New Options for Prevention and Treatment. **Clin Microbiol Rev**. 2017 Jan;30(1):277-319. doi: 10.1128/CMR.00010-16. PMID: 27903593; PMCID: PMC5217795.

Henrikson, K.; Hall, C. Ensaios de diagnóstico para doença do vírus sincicial respiratório. **Pediatr Infect Dis J**. 2007; 26: S36–S40.

Kimberlin, D. W.; Brady, M. T.; Jackson, M.A.; Long, S. S. American Academy of Pediatrics. Respiratory Syncytial Virus. **Red Book: 2015 Report of the Committee on Infectious Diseases**. 30th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2015:667-676.

Martins, M. M.; Prata-Barbosa, A; Magalhães-Barbosa, M. C.; Cunha, A.J.L.A.D. Clinical and laboratory characteristics of sars-cov-2 infection in children and adolescents. **Rev Paul Pediatr**. 2020 Nov 16;39:e2020231. doi: 10.1590/1984-0462/2021/39/2020231. PMID: 33206842; PMCID: PMC7669216.

Midulla, F.; Nenna, N; Scagnolari, C.; Petrarca, L.; Frassanito, A.; Viscido, A.; Arima, S.; Antonelli, G., Pierangeli, A. Como os genótipos do vírus sincicial respiratório influenciam o curso clínico em bebês hospitalizados por bronquiolite. **The Journal of Infectious Diseases**. 2019; 219 (4): 526–534. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiy496>

MONFREDINI, C; CAVALLIN, F; VILLANI, P.E; PATERLINI, G; ALLAIS, B; TREVISANUTO, D. Meconium Aspiration Syndrome: A Narrative Review. **Children (Basel)**. v. 8 n. 230. mar. 2021. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8002729>. Acesso em: 7. abr. 2024.

NASCIMENTO-CARVALHO, Cristiana. Community-acquired pneumonia among children: the latest evidence for an updated management. **J Pediatr (Rio J)**, Rio de Janeiro, v.96, p 29-38, 2020. DOI: 10.1016/j.jped.2019.08.003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jped/a/kvWSCtLWdn8NygQqLpHv8qp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 fev. 2024.

Öner, D.; Drysdale, S. B.; McPherson, C.; Lin, G.; Janet, S.; Broad, J.; Pollard, A. J.; Aerssens, J. Biomarcadores para gravidade da doença em crianças infectadas com vírus sincicial respiratório: uma revisão sistemática da literatura. **The Journal of Infectious Diseases**. 2020. 222, Issue Supplement_7: 648–657. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa208>

Organização Mundial da Saúde. **Relatório da missão conjunta OMS-China sobre a doença do coronavírus 2019 (COVID-19)**. Genebra: OMS; 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Vigilância das pneumonias e meningites bacterianas em crianças menores de 5 anos. Guia prático**. 2 ed. Brasília, DF; 2020, ISBN: 978-92-75-72188-9

PERIASAMY, U; SALVADOR, A; JANEZKO, M. Pattern of Inflammatory Markers and Use of Antibiotics in Meconium Aspiration Syndrome: A Retrospective Cohort Study. **Cureus**. v. 15. n.9 e44921. sep.2023.DOI: 10.7759/cureus.44921. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/issues/444477/> Acesso em:7. abr. 2024.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). **Abordagem Diagnóstica e Terapêutica das Pneumonias Adquiridas na Comunidade Não Complicadas**. Departamento Científico de Pneumologia; n.6; mai. 2021. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/23054d-DC_Pneumonias_Adquiridas_Nao_Complicadas.pdf. Acesso em: 24 fev. 2024.

Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP). **Diretrizes para o Manejo da Infecção Causada pelo Vírus Sincicial Respiratório (VSR)**. 2011. [https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/pdfs/diretrizes_mane_infec_causada_vsr.pdf]

Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP). **Diretrizes para o Manejo da Infecção Causada pelo Vírus Sincicial Respiratório (VSR)**. 2017. [https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/Diretrizes_manejo_infeccao_causada_VSR2017.pdf]

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). **Pneumonias Adquiridas na Comunidade Complicadas**. Departamento Científico de Pneumologia; n.7 fev. 2022. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/fileadmin/>



user_upload/23053i-DC-Pneumonias_Acquiridas_Complicadas.pdf. Acesso em: 29 fev. 2024.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). **Tratado de pediatria**. 5 ed. Barueri: Manole, 2022. p. 1872 – 1884, ISBN 9786555767483.

UNICEF BRASIL. **Nove milhões de crianças podem morrer em uma década, a menos que o mundo aja contra a pneumonia, alertam agências**. Unicef.org; 29 jan. 2020. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/nove-milhoes-de-criancas-podem-morrer-em-uma-decada-a-menos-que-o-mundo-aja-contr-pneumonia>. Acesso em: 6 mai. 2020.

Walsh, E. E.; Hall, C. B. Respiratory Syncytial Virus (RSV). **Principles and Practice of Infectious Diseases Mandell, Douglas, and Bennett's**. 2015: e3: 1948–1960. doi: 10.1016/B978-1-4557-4801-3.00160-0.

WILLIAMSON, Mary A.; SNYDER, Michael L. **Wallach: interpretação de exame laboratoriais**. 10 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2017. P. 354 – 358.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The Top 10 causes of death**. Publicado em: 11 nov. 2022, Geneva. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>. Acesso em: 27 fev. 2024.

O livro Exames laboratoriais pré-operatórios em Pediatria aborda, em 16 capítulos, a importância dos exames laboratoriais como ferramenta fundamental no preparo cirúrgico de crianças. A obra destaca as particularidades pediátricas que influenciam a coleta, o processamento e a interpretação dos exames, valorizando as fases pré-analítica, analítica e pós-analítica. Com enfoque prático e atual, o conteúdo foi desenvolvido para apoiar profissionais da saúde na condução segura e individualizada do cuidado perioperatório pediátrico, promovendo decisões clínicas mais embasadas e qualificadas.

