

VOL. XV - N.º 01 - Ano 2025
ISSN 2238-4111



RESC

**Revista Eletrônica
Saúde e Ciência**



**FACULDADE
CEAFI**
Educação superior em saúde



Corpo Editorial

Editor Chefe

Giulliano Gardenghi (Goiás)

Conselho Editorial

Acácia Gonçalves Ferreira Leal (Goiás)

Adriano Jabur Bittar (Goiás)

Adroaldo José Casa Júnior (Goiás)

Alessandra Carneiro Dorça (Goiás)

Alexandre Galvão da Silva (São Paulo)

Ana Cristina Silva Rebelo (Goiás)

Andrea Thomazine Tufanin (Goiás)

Cristiane de Almeida Nagata (Goiás)

Érika Chediak Mori (Goiás)

Fabíola Maria Ferreira da Silva (Distrito Federal)

Fernanda Nora (Goiás)

Geovana Sôffa Rézio (Goiás)

Geruza Naves (Goiás)

Gisela Arsa da Cunha (Mato Grosso)

Jefferson Petto (Bahia)

Lílian Christina Oliveira e Silva (Goiás)

Linda Moreira Fernandes (Goiás)

Lorena Carla Oliveira (Goiás)

Lorena Cristina Curado Lopes (Goiás)

Luciana França Ribeiro (Distrito Federal)

Maria Aparecida Sumã Pedrosa Carneiro (Goiás)

Marília Rabelo Holanda Camarano Harger (Goiás)

Mateus Camaroti Laterza (Minas Gerais)

Natália Cristina Azevedo Queiroz (Goiás)

Nayara Rodrigues Gomes (Goiás)

Onésia Cristina Oliveira Lima (Goiás)

Ricardo Moreno (Distrito Federal)

Rosana de Moraes Borges Marques (Goiás)

Silvana Alves (Rio Grande do Norte)

Thaís Bandeira Riesco (Goiás)

Thereza Cristina Abdalla (Goiás)

Wladimir Musetti Medeiros (São Paulo)



Sumário

ARTIGOS ORIGINAIS

PREVALÊNCIA DE HIPOTENSÃO POSTURAL E INTOLERÂNCIA ORTOSTÁTICA EM PACIENTES APÓS TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR INTERNADOS EM ENFERMARIA (Sara Amorim Souza; Erika Leticia Gomes Nunes; Giulliano Gardenghi) _____ 4-23

INOVAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DE LEISHMANIOSES A PARTIR DO USO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (Isabela Malerba Pinheiro; Giovanna Rangel dos Santos; Francisco José Germano Hennemann; Lailson Henrique Oliveira dos Santos; Sandra Cristina Hodel; Andréia Aguiar da Fonseca Lima; Carolina de Matos Grespan; Adeânio Almeida Lima; Henrique Rafael Pontes Ferreira) _____ 24-44

INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE A POSTURA E A CINEMÁTICA DA CORRIDA (Caroline Simões Teixeira, André Matheus Rodrigues Gomes, Henrique Nunes Bispo, Giulliano Gardenghi, Alexandre Galvão da Silva, Débora Dias Ferraretto Moura Rocco) _____ 45-64

COMUNICAÇÕES BREVES

MARCADORES DE PERFUSÃO TECIDUAL (Angela Moraes de Araújo Assis; Giulliano Gardenghi) _____ 65-69

ASSOCIAÇÃO ENTRE ASSIMETRIA DE FORÇA DO QUADRÍCEPS E RISCO DE LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EM ATLETAS DE FUTSAL FEMININO: ESTUDO OBSERVACIONAL EM EQUIPE DE ALTO RENDIMENTO (Lirrandir Pereira dos Santos Melo¹; Giulliano Gardenghi) _____ 70-77

A DISFAGIA NA ATROFIA MUSCULAR ESPINHAL (AME) E A ATUAÇÃO DO FONOAUDIÓLOGO (Adriana Alves Ramos de Jesus; Giulliano Gardenghi) _____ 78-85

ARTIGO DE REVISÃO

REABILITAÇÃO FÍSICA NA SÍNDROME PÓS CUIDADOS INTENSIVOS (PICS). REVISÃO DE REVISÕES SISTEMÁTICAS. (Amanda Ribeiro Gomides, Gabriella Toffoli Carneiro, Jaqueline de Oliveira Martineli, Jaqueline Aparecida Almeida Spadari, Giulliano Gardenghi) _____ 86-108



Artigo Original

PREVALÊNCIA DE HIPOTENSÃO POSTURAL E INTOLERÂNCIA ORTOSTÁTICA EM PACIENTES APÓS TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR INTERNADOS EM ENFERMARIA

PREVALENCE OF POSTURAL HYPOTENSION AND ORTHOSTATIC INTOLERANCE IN PATIENTS AFTER SPINAL INJURY ADMITTED TO A WARD

Sara Amorim Souza¹; Erika Leticia Gomes Nunes²; Giulliano Gardenghi³

Resumo

Introdução: Indivíduos que são acometidos pelo Trauma Raquimedular (TRM) são conhecidos por terem um maior risco metabólico e cardiovascular, devido a mudanças na morfologia corporal e inatividade relativa após a lesão, sendo a Hipotensão Postural (HP) um evento adverso comum que ocorre no período de internação. **Objetivo:** Analisar a prevalência de HP e/ou Intolerância Ortostática (IO) de pacientes com diagnóstico de TRM internados em Hospital Público. **Métodos:** É um estudo transversal, realizado com indivíduos de diagnóstico de TRM, onde os mesmos foram submetidos, após um período de repouso, à sedestação à beira leito (SBL) na enfermaria (período de sedestação planejado para duração de 12 minutos) sendo monitoradas a pressão arterial (PA) pelo método oscilométrico e a frequência cardíaca/pulso (FC), assim como sintomas que possam estar relacionados à mudança postural. **Resultados e Discussão:** A amostra foi composta por 12 indivíduos, sendo 91,7% do sexo masculino. A maioria apresentou lesões cervicais (75%). A prevalência de HP foi identificada em 75% dos participantes durante a evolução da postura. **Conclusão:** Este estudo evidencia uma alta prevalência de HP e sintomas associados em indivíduos com TRM, durante a SBL. Fisioterapeutas devem se atentar para ocorrências, com a devida monitorização e cuidado.

Descritores: Hipotensão Ortostática; Lesão da Medula Espinhal; Disautonomias Primárias.

Abstract

Introduction: Individuals who are affected by Spinal Spinal Trauma (RMT) are known to have a greater metabolic and cardiovascular risk, due to changes in body morphology and



relative inactivity after the injury, with Postural Hypotension (PH) being a common adverse event that occurs in the period of hospitalization. **Objective:** To analyze the prevalence of PH and/or Orthostatic Intolerance (IO) in patients diagnosed with TRM admitted to a Public Hospital. **Methods:** This is a cross-sectional study, carried out with individuals diagnosed with SCI, where they underwent, after a period of rest, bedside sitting (SBL) in the ward (sedestation period planned to last 12 minutes) and were monitored blood pressure (BP) using the oscillometric method and heart/pulse rate (HR), as well as symptoms that may be related to postural changes. **Results and Discussion:** The sample consisted of 12 individuals, 91.7% of whom were male. The majority had cervical injuries (75%). The prevalence of PH was identified in 75% of participants during the evolution of posture. **Conclusion:** This study highlights a high prevalence of PH and associated symptoms in individuals with TRM during SBL. Physiotherapists must pay attention to occurrences, with due monitoring and care.

Keywords: Orthostatic Hypotension; Spinal Cord Injury; Primary Dysautonomias.

-
1. *Fisioterapeuta, pela Universidade de Brasília, pós-graduanda em Urgência e Trauma pelo programa de Residência na modalidade multiprofissional. SES/GO - Brasil.*
 2. *Fisioterapeuta, Mestre pela Universidade Estadual de Goiás, Tutora da Residência Multiprofissional em Urgência e Trauma. SES/GO - Brasil.*
 3. *Doutor em Ciências pela FMUSP, Coordenador Científico do Hospital ENCORE/GO, Coordenador Científico da Faculdade CEAFI/GO e Consultor Técnico do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital e Maternidade São Cristóvão, São Paulo/SP – Brasil.*
-

Introdução

Em um ambiente fisiológico a circulação sanguínea, a Pressão Arterial (PA) e a perfusão tecidual adequada estão intimamente coordenadas pelo sistema nervoso autônomo, e as mudanças posturais do corpo resultarão em alterações hemodinâmicas menores e suportáveis¹. Um evento adverso, comumente relatado, é a Hipotensão Postural (HP), sendo definida como uma diminuição da pressão arterial sistólica (PAS) em pelo menos 20 mmHg ou uma diminuição na pressão arterial diastólica em pelo menos 10 mmHg dentro de três minutos após a mudança de decúbito². Pode ainda ocorrer um fenômeno chamado de Síndrome Postural Ortostática Taquicardizante (POTS) podendo



estar associada a uma variação da Frequência Cardíaca (FC), de ≥ 120 batimentos/min ou um aumento de ≥ 30 batimentos/min quando um paciente passa do decúbito dorsal para uma posição em pé³.

O volume sanguíneo inadequado, sistema nervoso autônomo disfuncional, estado pós-prandial podem resultar em uma hemodinâmica alterada, que se apresenta em uma variedade de sintomas conhecidos coletivamente como intolerância ortostática (IO). Durante a HP manifestações clínicas imediatas, que se relacionam à hipoperfusão cerebral, são visíveis ou passíveis de mensuração⁴. Os sintomas podem variar de fraqueza generalizada, tontura ou atordoamento, visão turva ou escurecimento dos campos visuais, hipotensão arterial, taquicardia, palidez e, em casos graves, síncope^{5,6}.

Indivíduos com Traumatismo Raquimedular (TRM) são conhecidos por terem um maior risco metabólico e cardiovascular em comparação com indivíduos saudáveis, devido a mudanças na morfologia corporal e inatividade relativa após a lesão^{7,8}. O nível da lesão pode afetar significativamente a incapacidade e o funcionamento de um indivíduo, o que determina a mobilidade e a atividade basal. Dependendo do nível de lesão, o controle autonômico e o metabolismo de hormônios, glicose, lipídios e catecolaminas podem ser prejudicados adicionalmente^{7,9}. Respostas vasomotoras periféricas anormais devido à regulação descentralizada do tônus vascular e do controle da pressão arterial são observadas em pacientes com trauma medular grave acima de T6 ou uma lesão mais craniana que desenvolvem pressão arterial baixa em repouso e hipotensão postural.¹⁰

Conhecer os fenômenos de HP e IO é fundamental para que os profissionais de saúde possam ter capacidade para atuar junto a esses eventos que ocorrem com certa frequência em um ambiente hospitalar. Esses fenômenos resultam invariavelmente no evento síncope, que por sua vez é definida como uma perda transitória e autolimitada da



consciência, seguida de recuperação espontânea sem intervenção terapêutica, e habitualmente acompanhada de perda

do tônus postural ¹¹. Desta forma, dentre as intervenções fisioterapêuticas realizadas em pacientes com TRM, a mobilização precoce, que consiste em atividades terapêuticas progressivas, tais como exercícios motores no leito, sedestação à beira do leito, transferências, ortostatismo e deambulação estão entre as condutas mais comuns no ambiente hospitalar, porém dentre os eventos adversos mais frequentes dessas condutas está a HP.¹².

O objetivo do estudo foi verificar a prevalência de HP e/ou sintomas relacionados a Intolerância Ortostática (IO) de pacientes com diagnóstico de TRM internados em um hospital público.

Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo transversal, descritivo, realizado em pacientes com diagnóstico de traumatismo raquimedular internados nas enfermarias de um Hospital de Urgências, que é uma unidade pública estadual de saúde vinculada à Secretaria de Estado da Saúde de Goiás a partir da autorização do comitê de ética em pesquisa (CEP) do Hospital de Urgências de Goiás (CAAE: n°73768923.00000.0033).

Foram incluídos indivíduos com idade de 18 a 59 anos de ambos os sexos, com diagnóstico de TRM, internados nas dependências do Hospital Público sem restrições de mobilidade e/ou autorizados por parte da equipe médica para mobilização e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os critérios de exclusão foram indivíduos que apresentaram Glasgow <14 pontos, diagnóstico prévio de alguma comorbidade cardíaca e/ou neurológica, indivíduos com diagnóstico de TRM porém em uma reinternação, e internação há menos de 10 dias.

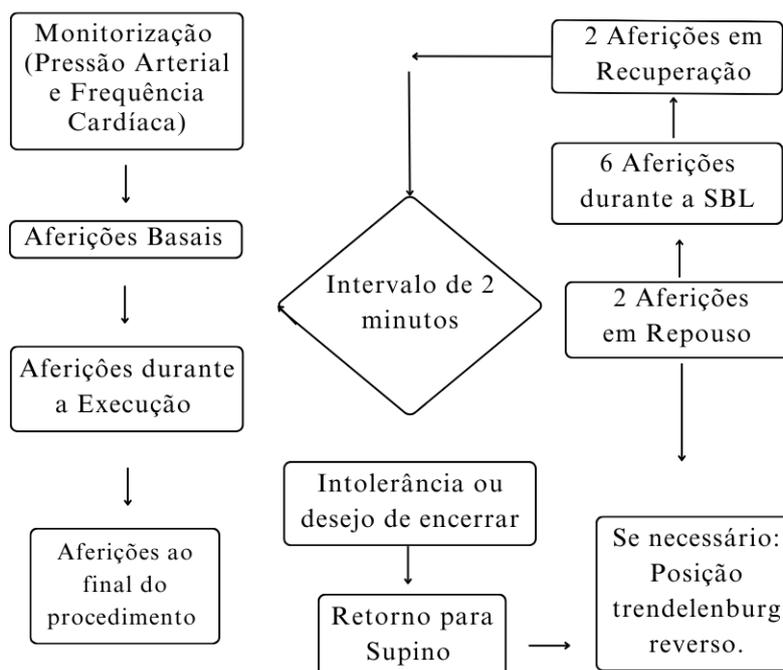


A coleta de dados foi realizada durante o período de seis meses (abril a setembro do ano de 2024), inicialmente a busca pelos pacientes ocorreu por meio da análise de prontuário, identificando os critérios de inclusão e os convidando a participar do estudo, leitura, concordância e assinatura do TCLE e o preenchimento da ficha de avaliação epidemiológica e clínica.

O procedimento de coleta ocorreu da seguinte maneira: Os indivíduos permaneceram em repouso por no mínimo 10 minutos, em decúbito dorsal horizontal, para medida dos parâmetros basais, com o mínimo de estímulos ambientais, a aferição de PA e FC foi realizada utilizando o esfigmomanômetro digital OMRON (modelo HEM - 711 CINT). Inicialmente foram realizadas aferições nos dois membros superiores, sendo considerado o membro de coleta o que apresentou a maior PA. O esfigmomanômetro foi posicionado cerca de 2 a 3 cm acima da fossa cubital, centralizando a bolsa inflável sobre a artéria braquial.



Figura 1 - Fluxograma: coleta de dados



Legenda: SBL - Sedestação à beira do leito

Fonte: Os autores

Para identificação clínica e sociodemográfica, foi realizada a seguinte coleta dos dados: Data de nascimento, sexo, leito, data de internação, presença de fatores de riscos prévios, passagem pela Unidade de Terapia Intensiva (UTI), classificação do nível do TRM (cervical, torácica e/ou lombar), dados clínicos (temperatura, frequência respiratória, saturação periférica de oxigênio) para o preenchimento foi realizada a leitura de prontuários eletrônicos.

Para a detecção e a intensidade dos sintomas foi aplicado o Questionário de Hipotensão Ortostática (OHQ), sendo esse dividido em duas partes: Parte I, Avaliação de Sintomas, consiste em seis perguntas, cada uma classificando a intensidade de um



sintoma característico [1. Tonturas, vertigens, sensação de desmaio ou sensação de que pode desmaiar; 2. Problemas de visão (embaçamento, visão manchada e visão em túnel); 3. Fraqueza generalizada; 4. Fadiga; 5. Dificuldade de concentração; 6. Desconforto na cabeça/pescoço e a Parte II, Escala de Atividade Diária (OHDAS) ¹³. Os itens foram pontuados em uma escala de 0 a 10, sendo que 0 indica nenhum sintoma/nenhuma interferência e 10 indica o pior sintoma possível/total interferência, a opção de selecionar "não pode ser feito por outros motivos".

Os dados foram categorizados, transformados em códigos e tabulados em planilha eletrônica no software Microsoft excel 2016, posteriormente, analisados gerando resultados

de média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95%, através do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* - SPSS (versão 23.0). As variáveis categóricas foram apresentadas com frequência relativa e absoluta.

Resultados

A amostra foi composta por 12 indivíduos, dos quais 91,7% eram do sexo masculino. A maioria apresentou lesões cervicais (75%), com os principais mecanismos de lesões sendo acidentes automobilísticos (50%) e quedas de altura superior a 4 metros (41,6%). Os demais dados estão apresentados na Tabela 1.



Tabela 1 - Caracterização da Amostra

	n 12 (%)
Sexo	
Feminino	1 (8,3%)
Masculino	11 (91,7%)
Idade*	50 (197,1)
Nível da Lesão	
Cervical	9 (75%)
Torácica	3 (25%)
Lombar	0
Dias de Internação**	68 [33]
UTI	
Sim	10 (83,3%)
Não	2 (16,7%)
Dias de UTI**	28 [26,2]
TOT/TQT	
Sim	7 (58,3%)
Não	5 (41,7%)
Sedação	
Sim	7 (58,3%)
Não	5 (41,7%)
DVA	
Sim	7 (58,3%)
Não	5 (41,7%)



SBL Prévia

Sim	9 (75,0%)
Não	3 (25,0%)

Legenda: UTI: Unidade de Terapia Intensiva, TOT: Tubo Orotraqueal, TQT: Traqueostomia, DVA: Droga Vasoativa, SBL: Sedestação Beira Leito.

Fonte: Os autores

O tempo de internação variou entre os 12 indivíduos analisados, com o maior período registrado de 156 dias e o menor de 24 dias. Apenas um indivíduo conseguiu finalizar o protocolo de 20 minutos. Os dados de PAS, PAD e FC relacionados a monitorização dos participantes e a tolerância de tempo em sedestação à beira leito, estão sendo apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Monitorização dos indivíduos contendo pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC).

	Repouso (2')	Repouso (4')	Sedestação (2')	Sedestação (4')	Sedestação (6')	Sedestação (8')	Sedestação (10')	Sedestação (12')	Recuperação (2')	Recuperação (4')
Paciente 1										
PAS	98	101	91	84	126	'	'	'	98	113
PAD	54	52	51	50	102	'	'	'	54	65
FC	60	55	71	64	34	'	'	'	56	49
Paciente 2										
PAS	117	111	83	105	'	'	'	'	130	129
PAD	76	84	63	67	'	'	'	'	93	91
FC	127	129	136	138	'	'	'	'	97	108



Paciente 3

PAS	146	146	172	115	144	126	'	'	184	175
PAD	85	86	155	57	116	100	'	'	103	96
FC	89	88	106	101	57	41	'	'	119	93

Paciente 4

PAS	109	115	103	84	136	108	104	100	106	105
PAD	64	61	62	53	106	63	64	60	64	65
FC	100	104	106	94	92	97	102	102	96	94

Paciente 5

PAS	103	100	83	95	88	88	'	'	102	96
PAD	65	66	56	59	55	56	'	'	62	60
FC	91	94	110	120	122	127	'	'	100	103

Paciente 6

PAS	99	101	94	86	82	'	'	'	100	108
PAD	71	68	52	47	46	'	'	'	67	71
FC	71	75	101	102	100	'	'	'	88	92

Paciente 7

PAS	116	122	114	'	'	'	'	'	129	102
PAD	80	75	74	'	'	'	'	'	87	74
FC	50	90	90	'	'	'	'	'	95	95

Paciente 8

PAS	123	126	127	125	110	109	'	'	146	144
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	-----	-----



PAD	75	76	79	83	73	75	'	'	97	89
FC	86	90	93	96	94	95	'	'	97	96
Paciente 9										
PAS	94	95	84	'	'	'	'	'	84	94
PAD	65	64	43	'	'	'	'	'	55	52
FC	47	59	71	'	'	'	'	'	55	57
Paciente 10										
PAS	81	83	58	'	'	'	'	'	95	106
PAD	50	50	41	'	'	'	'	'	66	54
FC	71	70	83	'	'	'	'	'	63	65
Paciente 11										
PAS	87	84	77	52	'	'	'	'	105	106
PAD	54	53	49	37	'	'	'	'	69	69
FC	97	98	94	88	'	'	'	'	75	78
Paciente 12										
PAS	82	81	64	'	'	'	'	'	82	83
PAD	57	57	38	'	'	'	'	'	57	56
FC	77	72	78	'	'	'	'	'	69	61

Legenda: 2` e 4` repouso: corresponde a duas aferições de repouso. 2', 4', 6', 8', 10', 12' seis aferições na sedestação à beira leito com intervalo de 2min entre elas, 2' e 4' recuperação: São duas aferições na recuperação; PAS e PAD representadas em mmHg; FC representada em batimento por minuto.

Fonte: Os autores

A prevalência de HP foi observada em 75,0% da amostra durante a evolução de



postura, não houve associação de HP com as variáveis. Em relação aos sintomas, os mais relatados foram fraqueza (75,0%), fadiga (75,0%) e desconforto na região do pescoço e da cabeça (66,6%), alguns sintomas obtiveram pontuação máxima na escala de intensidade, são eles: vertigem, fraqueza e desconforto em região de pescoço e cabeça. A parte II do questionário foi analisada com a opção "não pode ser feito por outros motivos". Os demais dados, são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Questionário sobre sintomas relacionados à Intolerância Ortostática (IO)

	Percentual	Pontuação Máxima	Pontuação Mínima
Vertigem	58,3%	10	5
Visão	58,3%	8	4
Fraqueza	75,0%	10	4
Fadiga	75,0%	8	4
Dificuldade de Concentração	16,6%	6	4
Desconforto em pescoço e cabeça	66,6 %	10	5

Legenda: Pontuação de 0 a 10: 0 indica nenhum sintoma/nenhuma interferência e 10 indica o pior sintoma possível/total interferência.

Fonte: Os autores

Discussão

Este estudo revelou que os TRM's são predominantemente observados no sexo masculino, correspondendo a 91,7% da amostra analisada. Esses resultados estão alinhados com uma revisão que apontou uma predominância masculina de 80,9% entre os estudos incluídos, com adultos jovens abaixo de 30 anos sendo a faixa etária mais afetada pelo TRM.¹⁴ Os acidentes automobilísticos foram identificados como a principal causa de



TRMs neste estudo, seguidos por quedas de alturas superiores a 4 metros. Em um estudo semelhante, realizado com 502 pacientes, as quedas representaram o mecanismo de lesão mais comum (50,4%), seguidas por acidentes de trânsito (25,5%)¹⁵. Embora a ordem das causas varie entre os estudos, os achados corroboram a identificação dos principais mecanismos de lesão.

Foi identificado que 75,0% da amostra apresentou lesões em nível cervical, caracterizadas por maior incapacidade e repercussões sistêmicas. Essas lesões, devido à sua localização, estão associadas a alterações significativas no sistema nervoso simpático. Em casos de lesão medular grave cervical ou torácica alta (nível T6 ou superior), há perda do controle simpático supraespinal sobre as funções cardiovasculares, incluindo fluxo sanguíneo coronário, contratilidade e frequência cardíaca.¹⁰ Neste grupo, as respostas cardíacas passam a ser controladas exclusivamente pelo sistema parassimpático, via nervo vago, o que pode levar à bradicardia e a outras arritmias cardíacas¹⁰. Esses achados destacam a gravidade das lesões cervicais no comprometimento do sistema cardiovascular.

Desta forma, para discutir os desfechos de HP devemos considerar esses fatores relacionados ao grau de lesão, neste estudo teve como resultado uma prevalência de 75% de HP, durante a evolução de sedestação beira leito. O alto percentual de HP condiz com a repercussão fisiopatológica do sistema cardiovascular após o trauma. De acordo com outro estudo, a prevalência geral de HP foi de 73,6% sobre os 129 tratamentos de mobilização por fisioterapeutas que compreenderam o período do estudo para 14 pacientes admitidos na Unidade de Lesões Espinhais Aguda¹⁶. Em outro estudo, demonstraram quedas substanciais semelhantes na PA média para pacientes com tetraplegia crônica completa durante a inclinação em uma cama.¹⁷

Os critérios hemodinâmicos para a realização de mobilização precoce estão



descritos na literatura, dentre eles a pressão arterial média que é resultante da equação: $(\text{Pressão Sistólica} + 2 \times \text{Pressão Diastólica}) / 3$. Segundo o estudo referenciado, do ponto de vista cardiovascular, os parâmetros de referência são frequência cardíaca > 40 bpm e < 130 bpm; pressão arterial sistólica (PAS) > 90 mmHg e < 180 mmHg; e pressão arterial média > 60 mmHg e < 110 mmHg¹⁸. Podemos observar que, ao considerar a PAS e a PAD, a inclusão de indivíduos com pressão arterial sistólica inferior a 90 mmHg poderia implicar em uma alta prevalência de hipotensão nesta população de trauma raquimedular. O desfecho apresentado foi uma maior ocorrência, dessa forma, sugerimos que sejam respeitados os critérios para a realização da mobilização.

Ao analisar cada caso individualmente, foi possível observar diferenças no comportamento e na tolerância dos indivíduos à mobilização. Quatro deles conseguiram permanecer em sedestação à beira do leito por até 4 minutos. Um estudo, discutiu a respeito da intolerância ao estresse ortostático de pacientes de traumatismo raquimedular, o que podemos destacar alguns mecanismos como a disfunção no controle simpático, assim como a alteração na relação sinérgica entre o controle do sistema parassimpático e simpático o que predispondo à instabilidade ortostática explicados acima.¹⁹

Além disso, essa interrupção das vias simpáticas espinhais provavelmente afetaria as respostas de resistência vascular à ortostase, particularmente nas regiões dependentes. Pois na posição ereta, normalmente há uma vasoconstrição mediada por barorreceptores, por meio de um aumento no fluxo simpático tônico, a fim de manter a pressão arterial e a perfusão cerebral, a interrupção grave das vias cardiovasculares descendentes estão correlacionadas com as anormalidades do controle cardiovascular em indivíduos TRM. O controle reflexo barorreceptor disfuncional poderia, pelo menos em parte, ser responsável pela baixa pressão arterial supina em repouso nesses indivíduos, particularmente em



pacientes com lesões de alto nível (cervical e torácica alta).²⁰

Ainda na tabela 2, especificamente o indivíduo correspondente ao número 3, se destacou por apresentar evento adverso contrário ao que estava sendo analisado, o mesmo apresentou hipertensão significativa ao ser colocado em sedestação beira leito e em seguida a partir do sexto minuto da atividade começou a apresentar bradicardia. De acordo com esses sinais, o indivíduo poderia estar apresentando uma condição chamada de disreflexia autonômica que é definida de acordo com um estudo como descargas maciças e paroxísticas de atividade reflexa simpática, em resposta a estímulos nociceptivos, tais como distensão vesical ou retal ou estimulação cutânea, esses estímulos sensoriais carreados pelos feixes espinotalâmicos e cordões posteriores trafegam em direção ao tálamo, sendo bloqueados ao nível da lesão e determinando uma hiperatividade simpática generalizada. O que acarreta então, um pico hipertensivo, acompanhado por uma resposta vagal reflexa, que determina, na maioria dos casos, a bradicardia. Outros fatores relacionados a esse indivíduo poderiam justificar o evento ocorrido, como o período de internação e suas possíveis complicações e/ou comorbidades.²¹

Em sequência, de acordo com a tabela 2, dois indivíduos executaram a atividade até 6 min, dois até 8 min, três até 10 min, sendo assim apenas um indivíduo concluiu os 12min de sedestação beira leito e/ou os 20 minutos do protocolo. A desistência subsequente pode estar relacionada aos sintomas experimentados por esses indivíduos. Aplicando a escala de sintomas relacionados à HP, vimos que ao menos um sintoma foi relatado pelos indivíduos, sendo que a predominância dentre os sintomas foram: fraqueza e fadiga, com relato em 75% na amostra, seguido por desconforto na região da cabeça e pescoço, que teve o relato de 66,6% da amostra com intensidade de moderada a alta, desta forma podemos dizer que houve significativos sintomas quando realizado evolução de posturas.



Estudos anteriores, por exemplo o estudo realizado em 2002 que demonstrou uma alta prevalência de HP (57,1%) e dor no pescoço (56,3%) em indivíduos com trauma raquimedular, com uma correlação positiva estatisticamente significativa; 73% dos indivíduos com HP relataram dor no pescoço, em comparação com 25% dos indivíduos sem HP. Tal dor, foi descrita pelos sujeitos como tensa, dolorida, cansativa, relacionada à postura ereta e de intensidade moderada.²²

Outro fator que pode ter influenciado nos desfechos do estudo foi o período de internação hospitalar e a permanência na UTI. 83,3% da amostra teve relato de internação na uti, sendo que em 58,3% foi realizada alguma medicação sedativa e a utilização de alguma droga vasoativa, 58,3% evoluíram com alguma complicação respiratória necessitando de TOT e/ou TQT. Portanto essa variável pode ser justificada pelo aumento dos procedimentos realizados, utilização de medicamento, predisposição a infecções e ao aumento do período de imobilismo. Um estudo de revisão concluiu que os medicamentos associados às maiores probabilidades de HP foram alfa-bloqueadores que temos como exemplo o dexmedetomidina, alfa agonistas, antipsicóticos, beta-bloqueadores por compartilharem um mecanismo-chave comum de inibição simpática que causa efeitos cardiointerativos²³. É comum o uso desses medicamentos em ambiente de terapia intensiva.

Este estudo apresenta algumas limitações relacionadas à amostra, pois a condição clínica de alguns indivíduos potenciais para inclusão, impossibilitou a realização da abordagem. Durante a coleta dos dados, o hospital onde o trabalho foi realizado estava passando por uma transição de gestão e realocação de setores, o que gerou impactos logísticos na execução da coleta.

Conclusão

Este estudo identificou alta prevalência de HP e seus sintomas em indivíduos com



TRM na fase aguda. Embora a amostra tenha semelhanças clínicas, a resposta do sistema nervoso autônomo à sedestação apresentou peculiaridades. A revisão da literatura destacou a falta de estudos longitudinais sobre esses pacientes durante a hospitalização, sugerindo a necessidade de pesquisas para identificar o tempo de adaptação aos estresses ortostáticos, fatores associados à HP e casos de hipertensão inesperada, com o objetivo de melhorar o manejo de eventos adversos e otimizar a reabilitação.

Referências

1. Bryarly M, Phillips LT, Fu Q, Vernino S, Levine BD. Postural Orthostatic Tachycardia Syndrome. *J Am Coll Cardiol.* 2019 Mar;73(10):1207–28. doi:10.1016/j.jacc.2018.12.035.
2. Lahrman H, Cortelli P, Hilz M, Mathias CJ, Struhal W, Tassinari M. EFNS guidelines on the diagnosis and management of orthostatic hypotension. *Eur J Neurol* [Internet]. 2006 Sep;13(9):930–6. Available from: https://www.eaneurology.org/fileadmin/user_upload/guideline_papers/EFNS_guideline_2006_management_of_orthostatic_hypotension.pdf [Acesso em 2025 Mai 20]. doi:10.1111/j.1468-1331.2006.01492.x.
3. Freeman R, Abuzinadah AR, Gibbons C, Jones P, Miglis MG, Sinn DI. Orthostatic Hypotension. *J Am Coll Cardiol.* 2018 Sep;72(11):1294–309. doi:10.1016/j.jacc.2018.06.027.
4. Stewart JM. Common Syndromes of Orthostatic Intolerance. *Pediatrics.* 2013 Apr;131(5):968–80. doi:10.1542/peds.2012-2592.
5. Fedorowski A. Postural orthostatic tachycardia syndrome: clinical presentation, aetiology and management. *J Intern Med.* 2018 Nov;285(4):352–66.



doi:10.1111/joim.12852.

6. Magnusson P. Postural ortostatiskt takykardisyndrom – handikappande tillstånd som främst drabbar kvinnor [Internet]. Läkartidningen. 2018 Oct 15;115:EPGF. Available from: <https://lakartidningen.se/klinik-och-vetenskap-1/artiklar-1/rapport/2018/10/postural-ortostatiskt-takykardisyndrom-handikappande-tillstand-som-framst-drabbar-kvinnor/> [Acesso em 2025 Mai 20].
7. Buchholz AC, Bugaresti JM. A review of body mass index and waist circumference as markers of obesity and coronary heart disease risk in persons with chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2005 Apr;43(9):513–8. doi:10.1038/sj.sc.3101740.
8. Bauman WA, Spungen AM. Metabolic changes in persons after spinal cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. 2000 Feb;11(1):109–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10680161/> [Acesso em 2025 Mai 20]. doi:10.1016/s1047-9651(05)70258-0.
9. Wilt TJ, Carlson KF, Goldish GD, MacDonald R, Niewoehner C, Rutks I, et al. Carbohydrate and lipid disorders and relevant considerations in persons with spinal cord injury. Evidence Report/Technology Assessment (Summ) [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2008 Jan;(163):1–95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18457480> [Acesso em 2025 Mai 20].
10. Furlan JC, Fehlings MG. Cardiovascular complications after acute spinal cord injury: pathophysiology, diagnosis, and management. *Neurosurg Focus*. 2008 Nov;25(5):E13. doi:10.3171/FOC.2008.25.11.E13.
11. Gardenghi G, Balestra LF. Pathophysiology Of Postural Hypotension And Orthostatic Intolerance. *Rev Pesqui Fisioter* [Internet]. 2017 Feb;7(1):115. Available from: <https://www.revistafisioterapia.furg.br/index.php/fisioterapia/article/view/1225> [Acesso em 2025 Mai 20]. doi:10.17267/2238-2704rpf.v7i1.1225.



12. Hoyer EH, Young DL, Klein LM, Kreif J, Shumock K, Hiser S, et al. Toward a Common Language for Measuring Patient Mobility in the Hospital: Reliability and Construct Validity of Interprofessional Mobility Measures. *Phys Ther.* 2018 Feb;98(2):133–42. doi:10.1093/ptj/pzx104.
13. Kaufmann H, Malamut R, Norcliffe-Kaufmann L, Rosa K, Freeman R. The Orthostatic Hypotension Questionnaire (OHQ): validation of a novel symptom assessment scale. *Clin Auton Res.* 2012 Apr;22(2):79–90. doi:10.1007/s10286-011-0155-z.
14. Golestani A, Shobeiri P, Sadeghi-Naini M, Jazayeri SB, Maroufi SF, Ghodsi Z, et al. Epidemiology of Traumatic Spinal Cord Injury in Developing Countries from 2009 to 2020: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuroepidemiology.* 2022;56(4):219–39. doi:10.1159/000525997.
15. Koch A, Graells XSI, Zaninelli EM. Epidemiologia de fraturas da coluna de acordo com o mecanismo de trauma: análise de 502 casos. *Coluna/Columna.* 2007;6(1):18-23. doi:10.1590/S1808-18512007000100004.
16. Illman A, Stiller K, Williams M. The prevalence of orthostatic hypotension during physiotherapy treatment in patients with an acute spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2000 Dec;38(12):741–7. doi:10.1038/sj.sc.3101083.
17. Mathias CJ, Christensen NJ, Frankel HL, Peart WS. Renin Release during Head-up Tilt Occurs Independently of Sympathetic Nervous Activity in Tetraplegic Man. *Clin Sci (Lond).* 1980 Oct;59(4):251–6. doi:10.1042/cs0590251.
18. Aquim EE, Bernardo WM, Buzzini RF, Azeredo NSGD, Cunha LS, Damasceno MCP, et al. Diretrizes brasileiras para mobilização precoce em unidade de terapia intensiva. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2019;31(4):434–43. doi:10.5935/0103-507X.20190084.
19. Claydon VE, Steeves JD, Krassioukov A. Orthostatic hypotension following spinal cord injury: understanding clinical pathophysiology. *Spinal Cord.* 2006 Jun;44(6):341–51. doi:10.1038/sj.sc.3101855.



20. Mathias CJ, Frankel HL. Autonomic disorders in spinal cord injuries. In: Mathias CJ, Bannister R, editors. *Autonomic Failure: A Textbook of Clinical Disorders of the Autonomic Nervous System*. 4th ed. Oxford: Oxford University Press; 2002. p. 494–513.
21. Gündüz H, Fidan Binak D. Autonomic dysreflexia: An important cardiovascular complication in spinal cord injury patients. *Cardiol J*. 2012;19(2):215–9. doi:10.5603/CJ.2012.0039.
22. Cariga P, Ahmed S, Mathias C, Gardner B. The prevalence and association of neck (coat-hanger) pain and orthostatic (postural) hypotension in human spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2002 Feb;40(2):77–82. doi:10.1038/sj.sc.3101257.
23. Bhanu C, Nimmons D, Petersen I, Orlu M, Davis D, Hussain H, et al. Drug-induced orthostatic hypotension: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *PLoS Med [Internet]*. 2021 Nov;18(11):e1003821. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8577726/> [Acesso em 2025 Mai 20]. doi:10.1371/journal.pmed.1003821.

Endereço para correspondência:

Sara Amorim Souza

RUA.1027, 230 - Setor Pedro Ludovico - Goiânia – GO

CEP: 74.823-120

E-mail: saraamorimsouzaa@gmail.com

Artigo OriginalINOVAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DE LEISHMANIOSES A PARTIR DO USO DE
FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL*INNOVATION IN THE DIAGNOSIS OF LEISHMANIASIS USING ARTIFICIAL
INTELLIGENCE TOOLS*

Isabela Malerba Pinheiro¹; Giovanna Rangel dos Santos²; Francisco José Germano Hennemann²; Lailson Henrique Oliveira dos Santos³; Sandra Cristina Hodel⁴; Andréia Aguiar da Fonseca Lima⁵; Carolina de Matos Grespan⁶; Adeânio Almeida Lima⁷; Henrique Rafael Pontes Ferreira⁸

Resumo

Introdução e objetivo: As leishmanioses afetam milhões de pessoas anualmente, com altas taxas de subnotificação. As leishmanioses apresentam diferentes manifestações clínicas e é diagnosticada por meio de exames laboratoriais. **Métodos:** Este estudo adotou uma abordagem de revisão integrativa da literatura para analisar o uso da Inteligência Artificial (IA) no diagnóstico de leishmanioses. A pesquisa foi realizada nas plataformas Google Scholar, PubMed e Scielo, utilizando os descritores "artificial intelligence" e "leishmaniasis" em inglês, e "inteligência artificial" e "leishmaniose" em português. **Resultados:** Nove artigos foram selecionados. Os métodos de diagnóstico variaram para as diferentes manifestações, sendo mais comuns a utilização de imagens de lesões para o diagnóstico de Leishmaniose Tegumentar e amostras de soro sanguíneo para a Leishmaniose Visceral Canina. A precisão dos modelos de IA apresentou sensibilidade e especificidade acima de 80% a depender da amostra. Embora os modelos tenham demonstrado utilidade no diagnóstico de leishmanioses, enfrentaram limitações relacionadas à baixa resolução de imagens, ocorrência de falsos positivos e dificuldades



na associação de análise de dados para amostras biológicas. **Conclusão:** Sua aplicação promete avanços significativos na medicina, exigindo colaboração entre pesquisadores, clínicos e desenvolvedores para garantir eficácia e segurança na prática clínica.

Descritores: Doenças Negligenciadas; Estudo de Validação; Leishmaniose Cutânea; Leishmaniose Visceral.

Abstract

Introduction and objective: Leishmaniasis, a global infectious disease, is caused by a protozoan and affects millions of people annually, with high rates of underreporting. Leishmaniasis presents different clinical manifestations and is diagnosed through complex laboratory tests. **Method:** This study adopted an integrative literature review approach to analyze the use of Artificial Intelligence (AI) in the diagnosis of leishmaniasis. The research was conducted on the Google Scholar, PubMed, and Scielo platforms, using the descriptors "artificial intelligence" and "leishmaniasis" in English, and "inteligência artificial" and "leishmaniose" in Portuguese. Articles were filtered based on the publication date from 2018 onwards to ensure relevance and timeliness of information. **Results:** Nine studies were selected. Diagnostic methods varied, involving the use of lesion images and blood serum samples. The accuracy of AI models showed significant variation, with sensitivity and specificity generally above 80%, depending on the sample. Model validation was mainly performed through exclusion cross-validation tests, with ethical compliance observed in all studies. Although the models demonstrated utility in diagnosing leishmaniasis, they faced limitations related to low image resolution, occurrence of false positives, and difficulties in associating data analysis for biological samples. **Conclusion:** AI has shown potential in diagnosis, especially in early detection and lesion differentiation, it faces challenges such as image quality and variability in analysis techniques. However, its application promises significant advances in medicine, requiring collaboration between



researchers, clinicians, and developers to ensure effectiveness and safety in clinical practice.

Keywords: *Cutaneous Leishmaniasis; Neglected Diseases; Validation Study; Visceral Leishmaniasis.*

-
1. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
 2. UNITAU - Universidade de Taubaté
 3. Instituto Federal do Piauí - IFPI
 4. Faculdade Oswaldo Cruz São Paulo
 5. Afya Faculdade de Ciências Médicas
 6. Fundação Técnico Educacional Souza Marques
 7. Faculdade Estácio de Alagoinhas
 8. Universidade Federal de Pernambuco
-

Introdução

A leishmaniose é uma doença infecciosa de ocorrência global causada por um protozoário que se multiplica no interior das células, pertencente à família *Trypanosomatidae*. Estima-se que ocorram 50-90 milhões de novos casos anualmente, com apenas 25% a 45% dos casos sendo notificados^{1,2}.

Mais prevalente em países com problemas de desigualdade social e maior ocupação em áreas de mata, possui maior prevalência em áreas rurais e periurbanas, 90% dos casos são encontrados em seis países: Brasil, Índia, Bangladesh, Sudão, Etiópia e Nepal^{2,3}.

No Brasil, dois tipos de Leishmanioses em humanos são predominantes: a cutânea e a visceral⁴. Há sete espécies causadoras de manifestações cutâneas, ressaltando-se a *Leishmania (Viannia) guyanensis*, *L. (V.) braziliensis* e *L. (L.) amazonensis*, com apresentações clínicas variadas que vão desde lesões leves na pele à destruição de tecidos profundos². O diagnóstico precoce das leishmanioses é essencial para evitar complicações e os altos índices de morbidade e mortalidade associados à doença. No Brasil, o



diagnóstico de Leishmanioses é avaliado em uma abordagem clínico-epidemiológica e confirmado de forma complementar por exames laboratoriais^{2,3}.

Os métodos diagnósticos podem ser realizados através de meios diretos e indiretos. Três grupos de exames são realizados: parasitológicos, imunológicos e moleculares³. Entre os imunológicos e moleculares, destacam-se a imunofluorescência, ELISA, aglutinação direta e a reação em cadeia de polimerase (PCR)⁵.

O diagnóstico indireto pode ser feito por meio da intradermoreação de Montenegro, baseado na avaliação da resposta imunológica celular de hipersensibilidade obtida por meio da injeção intradérmica de antígenos do protozoário *Leishmania*⁵. Não obstante, o diagnóstico de leishmanioses apresenta desafios significativos devido à complexidade da doença, presença de falso-positivos, limitações acerca do investimento no diagnóstico precoce e limitações particulares relacionadas a cada método⁶.

A leishmaniose visceral canina (LVC) tem o cão como o principal reservatório do parasito em centros urbanos. O diagnóstico dessa forma da doença compartilha métodos semelhantes aos utilizados em humanos, com a prevalência de métodos de triagem rápida seguidos por testes complementares para confirmação. Mas, enfrenta desafios, como a ocorrência de falsos positivos e a presença de sintomas inespecíficos, levando a tratamentos inadequados ou desnecessários⁷⁻⁹.

A inteligência artificial (IA) tem revolucionado a medicina, especialmente no campo do diagnóstico de doenças, ao oferecer ferramentas capazes de analisar grandes volumes de dados com rapidez e precisão^{10,11}. O uso nesse campo é possível mediante a capacidade da IA identificar padrões sutis em imagens médicas, por exemplo, tomografias, radiografias e fotografias de lesões¹²⁻¹⁵.

No caso de doenças tropicais, como as leishmanioses, a IA pode auxiliar na análise de exames parasitológicos, imagens de lesões e exames moleculares, ampliando a possibilidade de diagnósticos personalizados, mais rápido e eficiente em áreas remotas e



populações vulneráveis¹⁵⁻¹⁷. Neste contexto, encara-se uma oportunidade com abordagem inovadora e promissora para superar esses desafios e possivelmente encarar como mais um método de diagnóstico de leishmanioses.

Esse estudo se baseia na justificativa de compreender a importância de destacar as limitações, desafios e acessibilidade associados ao uso de IA na prática clínica relacionada ao diagnóstico de leishmanioses com o intuito de maximizar seu impacto em soluções positivas na saúde pública. O objetivo deste estudo é revisar a literatura existente sobre o uso da IA no diagnóstico de leishmanioses, destacando suas aplicações, métodos, limitações e perspectivas para a saúde pública.

Metodologia

Trata-se de estudo de revisão integrativa da literatura. A partir da temática, realizou-se uma pesquisa nas plataformas *Google Scholar*, *National Library of Medicine* (PubMed) e *National Library of Medicine* (SciELO) utilizando o cruzamento dos descritores "artificial intelligence" AND "leishmaniasis" e em português "inteligência artificial" AND "leishmaniose".

Filtrou-se o ano de publicação para a partir de 2018 devido ao crescente número de publicações nos últimos anos e surgimento de novas tecnologias que automatizam o processo em diversos campos da saúde. A primeira seleção de estudos se deu pela leitura do título, com destaque a presença dos descritores no título. Como critério de exclusão, a partir da leitura do artigo, foram excluídos as dissertações, teses, trabalhos acadêmicos não publicados em revistas indexadas e uso artigos que não tratavam do assunto.

Os critérios de inclusão dos resultados gerados foram a leitura minuciosa do artigo para a análise de vários tópicos pertinentes para o objetivo do estudo. Foram analisados dados para caracterizar os estudos (ano, país de publicação e tipo de leishmaniose). Dividimos a avaliação dos estudos em três abordagens: (I) avaliações referentes a amostra (tipo, tamanho e utilização de grupo controle); (II) avaliações referentes a IA (limitações,



uso em ambientes clínicos, método de treinamento e validação); e (III) avaliação quanto à confiabilidade (sensibilidade, a precisão e a especificidade) (Figura 1).

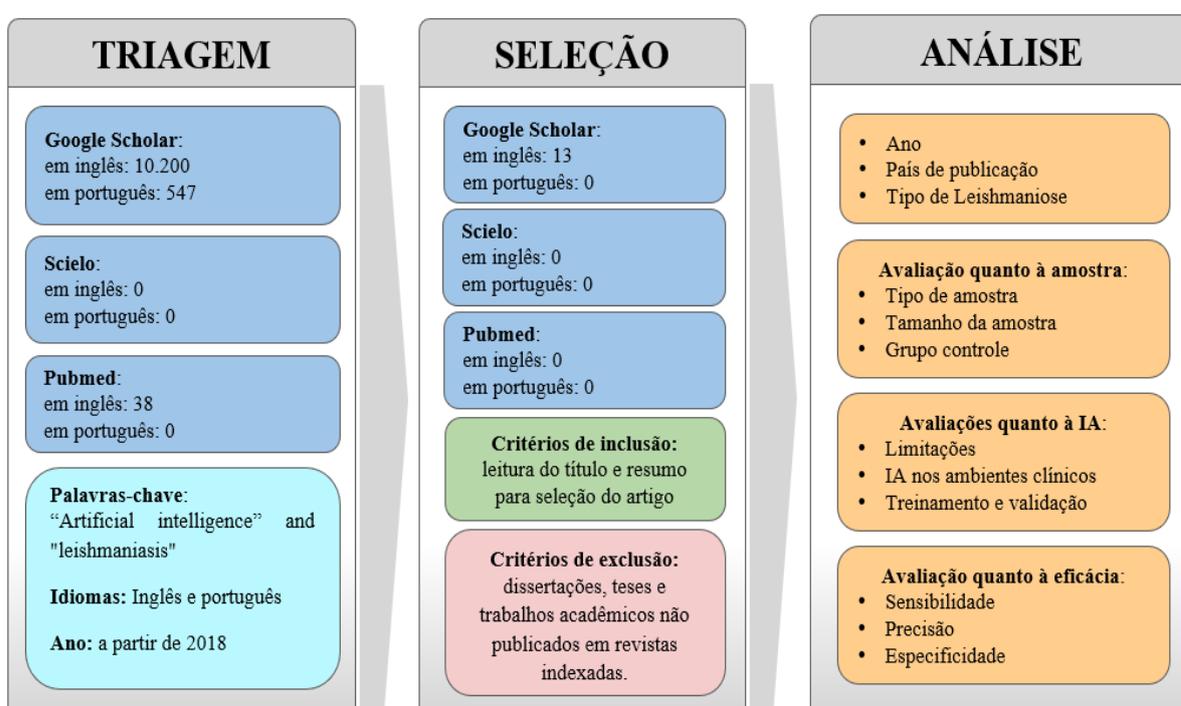


Figura 1. Fluxograma de seleção dos estudos para compor a revisão de literatura, abordando a busca de artigos, métodos de seleção e análises que foram conduzidas. Fonte: autores, 2024.

Resultados

Ao realizar a busca com os descritores, foi gerado um total de 10.238 resultados, porém, ao empregar o filtro de ano de publicação, observou-se uma redução para 6.260 estudos. A leitura de título e texto dos resultados gerados nas bases de dados fez com que resultasse em nove estudos selecionados, que mais se relacionam diretamente com o tema. Todos os estudos foram publicados em revistas internacionais, sendo os periódicos *Biomedicine*, *BMC infectious diseases*, *PLoS One*, *Journal of Biophotonics*, *ACS*



Infectious Diseases, African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, Sensors e no periódico Diagnostics.

Os estudos foram publicados nos anos de 2021 e 2024, sendo que o maior percentual foi encontrado no ano de 2023 (n = 4, 44,4%), para os demais anos, foi de aproximadamente 22,2% (n = 2) no ano de 2022 e o mesmo percentual (n = 2) para o ano de 2021, em 2024, um artigo foi publicado (11,1%). A maioria dos trabalhos são do Brasil (n = 5, 55,6%). Irã (22,2%) e Líbia (22,2%) foram países com duas publicações para ambos. Os tipos de leishmanioses que tratavam os estudos foram LT (n = 6, 66,7%) e LVC (n = 3, 33,3%). Para os estudos com foco no diagnóstico de LT, a principal amostra utilizada foi imagens de lesões (n = 4, 44,4%), um estudo de imagens de microscópio (11,1%) e um estudo utilizou amostras de soro sanguíneo, enquanto para a LVC, a amostra prevalente (100%) foi de soro sanguíneo (Tabela 1).



Tabela 1: Informações gerais sobre estudos desenvolvidos utilizando a inteligência artificial para melhoria no diagnóstico de leishmanioses.

Referência	País	Tipo de leishmaniose	Metodologia	Tipo de amostras	Tamanho da amostra
Leal <i>et al</i> ¹⁵	Brasil	LT	Laboratorial	Imagens	2.458
Zare <i>et al</i> ¹⁶	Irã	LT	Laboratorial	Imagens	300
Bamorovat <i>et al</i> ¹⁸	Irã	LT	Clínico	Imagens	172
Larios <i>et al</i> ¹⁹	Brasil	LVC	Laboratorial	Soro sanguíneo	48
Pacher <i>et al</i> ²⁰	Brasil	LT	Laboratorial	Soro sanguíneo	60
Noureldeen <i>et al</i> ²¹	Líbia	LT	Clínico	Imagens	160
Coelho <i>et al</i> ²²	Brasil	LVC	Laboratorial	Soro sanguíneo	52
Ferreira <i>et al</i> ²³	Brasil	LVC	Laboratorial	Soro sanguíneo	340
Abdelmula <i>et al</i> ²⁴	Líbia	LT	Laboratorial	Imagens	50

Abreviações: LT: leishmaniose tegumentar; LV: leishmaniose visceral.

Fonte: autores (2024).

De todos os estudos selecionados, somente um não apresentou precisão em seus resultados e quatro (44,4%) não apresentaram sensibilidade e especificidade. Por tipo de



amostra, observamos que a avaliação de métodos usando soro sanguíneo apresentou todos os parâmetros abaixo de 90%, variando na precisão entre 72% e 85% (Figura 2A). Para a utilização de imagens de lesões, verificamos que todas as variáveis apresentaram valores com grande variação, apresentando até 95% em todas as variáveis e os menores valores se concentraram na sensibilidade da técnica, com 35% (Figura 2B).

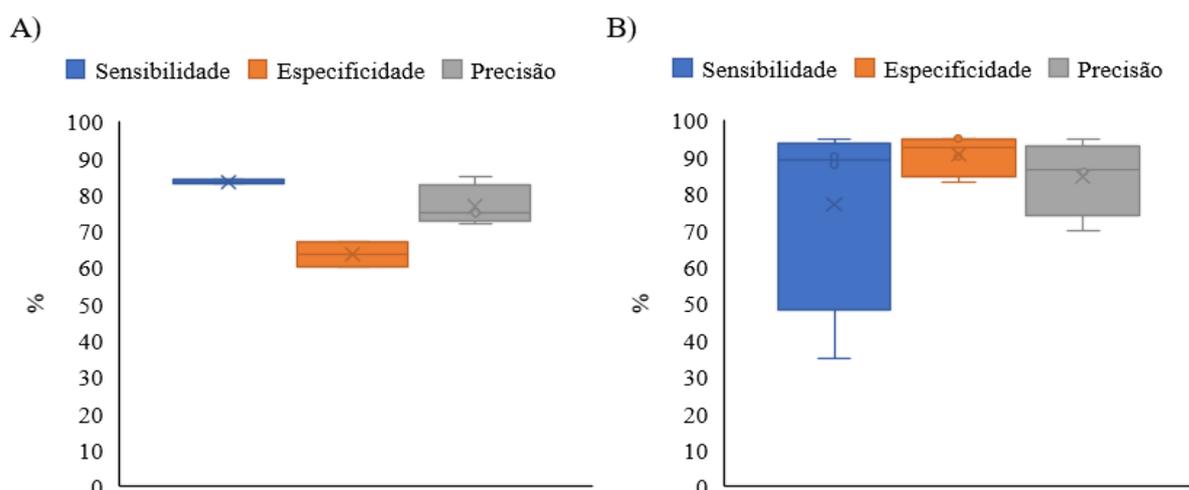


Figura 2: Sensibilidade, especificidade e precisão mediante o tipo de amostra utilizada A) soro sanguíneo, B) imagens de lesões, parâmetros usados para avaliação de inteligência artificial para o diagnóstico de Leishmanioses de acordo com revisão de literatura. Fonte: Autores (2024).

A validação dos modelos foi realizada por diversos testes e algoritmos, sendo a validação cruzada de exclusão o teste utilizado predominante ($n = 4$, 44,4%). O uso de validação externa e a conformidade com normas éticas foi algo observado em todos os nove estudos selecionados. Além disso, 66,7% ($n = 6$) deles fizeram uso de grupo controle, elemento essencial para garantir e avaliar o desempenho dos modelos. Correlações com



o contexto clínico e as possíveis implementações dos modelos na realidade médica também foi um aspecto abordado por todos (Tabela 2).

Tabela 2: Avaliação de metodologias que os estudos utilizaram para a validação e treinamento do modelo de IA para o diagnóstico de leishmanioses e avaliação quanto a normas éticas, uso de grupos controles e perspectiva crítica ao uso de IA no contexto clínico.

Referência	Abordagem utilizada para o treinamento e validação do modelo	Existe grupo controle?
Leal <i>et al</i> ¹⁵	Testes com o AlexNet	Não
Zare <i>et al</i> ¹⁶	Algoritmo Viola-Jones	Sim
Bamorovat <i>et al</i> ¹⁸	MLP, SVM, KNN e duas variantes de implementação de LVQ	Sim
Larios <i>et al</i> ¹⁹	Validação cruzada de exclusão (LOO-CV) e Algoritmos de ML próprios	Sim
Pacher <i>et al</i> ²⁰	Componentes principais (PCs). Teste de validação cruzado de exclusão (LOO-CV)	Sim
Noureldeen <i>et al</i> ²¹	Algoritmo YOLO	Não
Coelho <i>et al</i> ²²	Teste de validação cruzada (LOO-CV) e teste cego	Sim
Ferreira <i>et al</i> ²³	Modelos de ML, <i>K-nearest neighbor</i> , <i>Naive Bayes</i> , máquina de vetores de suporte e modelos de regressão logística	Sim
Abdelmula <i>et al</i> ²⁴	Validação cruzada quádrupla	Não

Abreviações: MPL: *multilayer perceptron*; SVM: *support vector machines*; KNN: *k-nearest neighbors*; LVQ: *learning vector quantization*; ML: *machine learning*; YOLO:

You Only Look Once. Fonte: Autores (2024)



Tratando-se das limitações encontradas nos estudos, elas se diferenciavam de acordo com o tipo de amostra utilizada. Modelos que utilizaram imagens de lesões como amostra, apresentaram como as principais limitações a baixa resolução de imagens e ocorrência de falsos positivos. À medida que os modelos que usaram amostras biológicas, apresentaram principalmente dificuldade na associação de análise de dados com análises moleculares e problemas com ao tipo de amostra utilizada (Figura 3).

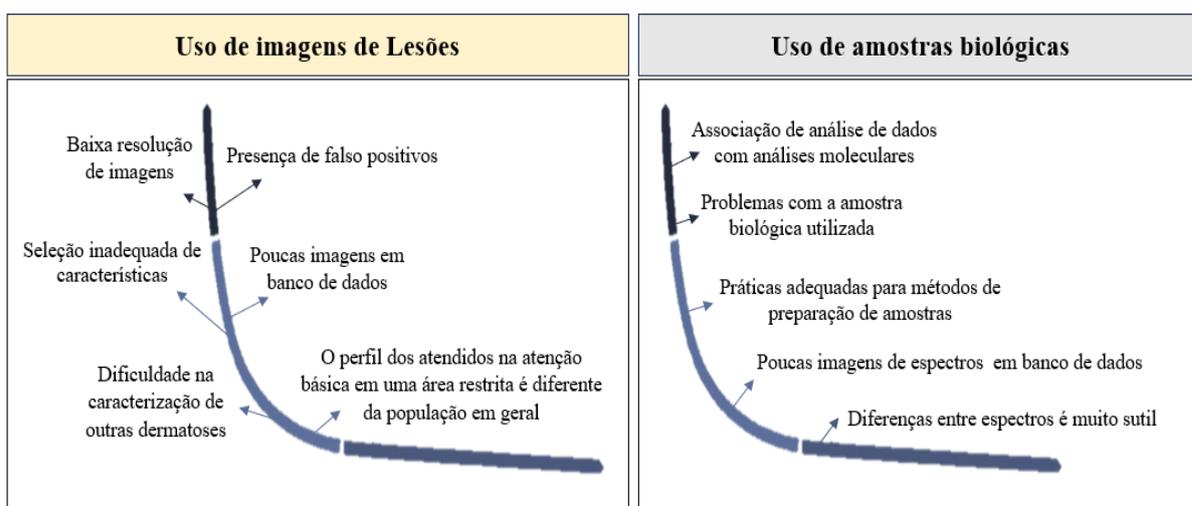


Figura 3: Principais limitações encontradas nos artigos referentes ao uso de ferramentas de inteligência artificial para o diagnóstico de leishmanioses. Fonte: Autores (2024).

Discussão

Este estudo oferece percepções sobre o emprego da Inteligência Artificial no diagnóstico das Leishmanioses. Apresentamos ferramentas de validação e avaliação quanto à precisão, sensibilidade e especificidade e como a IA é fortemente recomendado para aprimorar o processo tradicional por serviços de saúde para o diagnóstico das Leishmanioses.

A confirmação de casos de leishmanioses é predominante realizado pelos métodos laboratoriais, com destaque ao parasitológico e imunológicos, o que fornece base para o diagnóstico precoce e resposta rápida ao tratamento de pacientes^{3,5}. Porém,



para as leishmanioses, mais de 16% dos casos notificados são avaliados por critérios clínico-epidemiológicos, ocorrendo essencialmente por pacientes que apresentam lesões características de LTA e tem histórico de residência ou viagens para áreas endêmicas²⁵.

No presente estudo, avaliamos que grande parte dos estudos usam imagens de lesões de LTA para o diagnóstico, ao se mostrar eficiente para esse tipo de situação, incorporar mais um método que pode ser útil na diferenciação de lesões com outras doenças, é um grande destaque, visto principalmente que a precisão, sensibilidade e especificidade superior a 70% na maioria dos estudos. As principais limitações dessa abordagem para o diagnóstico através de imagens de lesões de LTA se concentram na qualidade das imagens, principalmente relacionado a baixa resolução e também se destaca a presença de falsos positivos, pois a similaridade entre lesões causadas por LTA e outras dermatoses dificulta a diferenciação precisa, levando a potenciais erros de diagnóstico.

Para melhor caracterização de LTA, a lesão é típica de úlcera cutânea e geralmente ocorre em áreas expostas da pele, apresentando um formato ovalado e variando em tamanho, sendo que a base desta úlcera é avermelhada com apresentação de infiltração³. Porém, a existência de outras doenças com essas mesmas manifestações clínicas é comum, por isso é imprescindível a adoção de outros métodos de diagnóstico diferencial e confirmatório²⁵. Recomenda-se a adoção de um banco de dados diverso, com imagens de qualidade de diferentes alterações dermatológicas e para garantir as classificações ideais dentro de algoritmos de IA.

Ainda, consideramos que a análise dos grupos controle para o diagnóstico de LTA revela importantes considerações metodológicas que impactam a interpretação dos resultados, como por exemplo o uso de grupos controle nos estudos, abordando pontos a serem discutidos sobre: I) incluir imagens de outras patologias a fim de comparação, II) confirmação por diagnóstico parasitológico ou outro. O não uso dessas abordagens



controle limita a abrangência comparativa e evidenciam lacunas metodológicas que podem influenciar a validade e a generalização dos achados.

Por outro lado, para a Leishmaniose visceral, devido a inespecificidade da doença, é necessário o uso de métodos complementares para diagnóstico, sendo diretos ou indiretos. Com a ausência de sinais e sintomas específicos tanto para casos humanos e para caninos, a leishmaniose visceral pode ser diagnosticada como outra enfermidade, por isso a necessidade de métodos diagnósticos robustos. O diagnóstico comum para a doença possui alta sensibilidade de 60 a 95%²⁶.

O diagnóstico pode apresentar variações nas técnicas ou na qualidade das amostras, podendo afetar o desempenho desses testes. Os problemas com a amostra biológica utilizada são reconhecidos nos estudos principalmente pela: I) manifestação clínica das leishmanioses, com aspecto de grande variação (cutânea, mucocutânea e visceral); II) os diferentes tipos de amostras (sangue, aspirado de medula óssea, biópsia de pele ou linfonodo); e III) o diagnóstico adotado (espectroscopia, diagnósticos sorológicos e molecular), podendo gerar resultados diferentes e mais processos para a IA que acaba por influenciar na sensibilidade desse tipo de abordagem.

A IA, particularmente as metodologias de aprendizado profundo, tem demonstrado progressos notáveis em diversas disciplinas médicas, exemplificadas pela sua aplicação na radiologia, patologia, oftalmologia e oncologia. Este avanço representa um potencial disruptivo para aprimorar a acurácia diagnóstica, a eficiência processual e a personalização terapêutica^{1,27}. A IA vem abrangendo desde o diagnóstico médico até a previsão de surtos e personalização do tratamento²⁸⁻³⁰.

Para análise de imagens, na radiologia e na oftalmologia, utilizando fotografias de fundo de olho, tomografia de coerência óptica e campos visuais possuem em suas análises uma performance robusta na classificação de doenças como retinopatia diabética,



retinopatia da prematuridade, disco semelhante ao glaucoma, edema macular e degeneração macular relacionada à idade^{28,31}.

No entanto, a precisão diagnóstica e o valor preditivo dos sistemas são considerados uma grande limitação, embora os sistemas de IA possam alcançar altas taxas de sensibilidade, eles também podem gerar um número considerável de falsos positivos³². O que reforça a necessidade de treinamento adicional e ajuste dos modelos de IA para melhorar a especificidade e a precisão diagnóstica geral.

Um dos principais desafios na transição de algoritmos de IA para a prática clínica, no contexto do diagnóstico de doenças, é a variabilidade nos protocolos de imagem, na qualidade das imagens e na ausência de padronização em diferentes instituições²⁸. Por outro lado, muitas foram usadas amostras biológicas para a obtenção de dados para a análise, para isso, banco de dados moleculares e imagens de espectros fornecidos pela espectroscopia são as principais abordagens utilizadas. Porém, poucos dados ainda são fornecidos para o aprimoramento da técnica¹⁵. A IA trabalha com um grande volume de dados e, portanto, a melhoria e otimização nos resultados são os principais vieses do seu uso³³.

Como perspectivas, o uso de IA tem sido empregado na previsão de surtos, tratamento de doenças^{1,2,34} e respostas de saúde pública mais rápidas e direcionadas, considerando a sua capacidade de modelagem e análise de dados epidemiológicos complexos, auxiliando na identificação de padrões que indicam a emergência ou aumento de casos, o que é crucial para a prevenção e o controle de doenças infecciosas³⁵.

A avaliação clínica de tecnologias de IA envolve considerações metodológicas fundamentais com métodos estatísticos para avaliar a discriminação e a calibração de modelos diagnósticos ou preditivos, salientando a importância de utilizar conjuntos de dados externos bem definidos para evitar o reajuste e o viés de espectro³⁶. A seleção de *endpoints* clinicamente significativos é essencial para assegurar que os estudos de IA



reflitam resultados relevantes para a prática clínica. No presente estudo, diversos modelos foram apresentados e podem ser usados como parâmetros para futuros estudos.

A utilização da IA nos programas de saúde no Brasil apresenta um cenário promissor, embora ainda incipiente. Com iniciativas demonstrando um crescente interesse em incorporar tecnologias avançadas para melhorar a gestão da saúde, a eficácia dos diagnósticos, e a personalização do tratamento. Uma análise qualitativa das políticas públicas de saúde que utilizam IA no Brasil revela que a IA é uma realidade em saúde pública como mecanismo de melhoria da gestão³⁷.

Contudo, os principais desafios enfrentados em programas de saúde estão relacionados à necessidade de políticas públicas robustas que garantam a proteção dos dados gerados por essas tecnologias e a universalização do acesso à saúde. O uso inovador da IA em campanhas de imunização contra a COVID-19, por exemplo, ilustra como a inteligência espacial pode estimar recursos necessários para a implementação de campanhas de vacinação, destacando a importância de estratégias inovadoras para enfrentar os desafios da implementação do Plano Nacional de Vacinação contra a COVID-19 no Brasil³⁸.

Embora a IA possua o potencial de transformar significativamente os programas de saúde no Brasil, sua aplicação constante requer I) o desenvolvimento de infraestrutura de dados, II) regulamentações específicas para a proteção da privacidade e segurança dos dados de saúde, e III) investimentos em capacitação profissional para o uso eficaz dessas tecnologias. A colaboração entre o setor público, a academia e a indústria tecnológica serão fundamentais para superar esses desafios e aproveitar plenamente as oportunidades que a IA oferece para a saúde pública no Brasil.

Considerando os resultados apresentados, é possível visualizar o impacto positivo que a utilização potencial da IA no diagnóstico de leishmaniose. Com a posposta de uso



de IA, abordagens como a análise de imagens poderia orientar profissionais da saúde, auxiliando na detecção de padrões e semelhanças entre lesões e o uso na leitura de amostras biológicas também pode acelerar o diagnóstico e torná-lo mais preciso após certos ajustes.

Conclusão

A aplicação de IA demonstrou potencial na saúde, oferecendo caminhos para diagnósticos mais rápidos e precisos, previsão de surtos para melhor preparação e resposta de saúde pública, e tratamentos personalizados que atendem às necessidades específicas dos pacientes. À medida que a tecnologia de IA continua a evoluir, espera-se que suas contribuições para a saúde se expandam ainda mais.

A sua integração no diagnóstico de doenças, é um avanço promissor na medicina moderna. Contudo, essa implementação enfrenta limitações, sejam por amostras utilizadas ou por questões socioeconômicas, necessitando um olhar crítico no seu uso para assegurar sua eficácia e segurança.

Portanto, a aplicação bem-sucedida dessa abordagem no diagnóstico de doenças oferece um potencial transformador para a medicina. No entanto, a realização desse potencial depende da superação de desafios significativos relacionados à validação clínica, precisão diagnóstica, integração nos fluxos de trabalho clínicos e considerações metodológicas. Uma abordagem colaborativa entre pesquisadores, clínicos e desenvolvedores de tecnologia é crucial para garantir que as soluções de IA sejam seguras, eficazes e capazes de generalizar para uma ampla gama de condições e populações e pacientes.

Referências

1. Lima RG, Mendonça TM, Mendes TS, Menezes MVC. Perfil epidemiológico da leishmaniose visceral no Brasil, no período de 2010 a 2019. Rev Eletrôn Acervo Saúde. 2021;13(4): e6931-e6931.



2. Brasil AMV, Franco AMR. Aspectos epidemiológicos da leishmaniose tegumentar americana no Brasil em 2022. *Peer Rev.* 2023;5(11):294-305.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de vigilância da leishmaniose tegumentar. [livro da Internet]. Brasília: Ministério da Saúde. 2017 [acesso em 20 dez 2024]. Disponível em:
https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_leishmaniose_tegumentar_americana_2edicao.pdf.
4. Mann S, Frasca K, Scherrer S, Henao-Martínez AF, Newman S, Ramanan P, et al. A review of leishmaniasis: current knowledge and future directions. *Curr Trop Med Rep.* 2021;8(2):121-32.
5. Basano SA, Camargo LMA. Leishmaniose tegumentar americana: histórico, epidemiologia e perspectivas de controle. *Rev Bras Epidemiol.* 2004;7(3):328-37.
6. Marzochi MCA, Marzochi KBF, Fagundes A, Conceição-Silva F. A questão do controle das leishmanioses no Brasil. In: Silva FC, Alves CR, editors. *Leishmanioses do continente americano*. Editora FIOCRUZ: Rio de Janeiro. 2014;430-63.
7. Alves WA, Bevilacqua PD. Reflexões sobre a qualidade do diagnóstico da leishmaniose visceral canina em inquéritos epidemiológicos: o caso da epidemia de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 1993-1997. *Cad Saúde Pública.* 2004;20(1):259-65.
8. Marcondes M, Rossi CN. Leishmaniose visceral no Brasil. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2013;50(5):341-52.
9. Costa GP, Silva DPC, Rocha DOAC, Teixeira PHG. Métodos de diagnóstico da leishmaniose canina. *Sab Científico.* 2021;9(2):95-104.
10. Summerton N, Cansdale M. Artificial intelligence and diagnosis in general practice. *Br J Gen Pract.* 2019;69(684):324-5.



11. Zhang Y, Weng Y, Lund J. Applications of explainable artificial intelligence in diagnosis and surgery. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(2):237.
12. Hardy M, Harvey H. Artificial intelligence in diagnostic imaging: impact on the radiography profession. *Br J Radiol*. 2020;93(1108):20190840.
13. McCollough CH, Leng S. Use of artificial intelligence in computed tomography dose optimisation. *Ann ICRP*. 2020;49(1):113-25.
14. Luo J, Pan M, Mo K, Mao Y, Zou D. Emerging role of artificial intelligence in diagnosis, classification and clinical management of glioma. *Semin Cancer Biol*. 2023;91(1):110-23.
15. Leal JFC, Barroso DH, Trindade NS, Miranda VL, Gurgel-Gonçalves R. Automated identification of cutaneous leishmaniasis lesions using deep-learning-based artificial intelligence. *Biomedicines*. 2023;12(1):12.
16. Zare M, Akbarialiabad H, Parsaei H, Asgari Q, Alinejad A, Bahreini MS, et al. A machine learning-based system for detecting leishmaniasis in microscopic images. *BMC Infect Dis*. 2022;22(1):1-6.
17. Talimi H, Retmi K, Fissoune R, Lemrani M. Artificial intelligence in cutaneous leishmaniasis diagnosis: current developments and future perspectives. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(9):963.
18. Bamorovat M, Sharifi I, Rashedi E, Shafiiian A, Sharifi F, Khosravi A, et al. A novel diagnostic and prognostic approach for unresponsive patients with anthroponotic cutaneous leishmaniasis using artificial neural networks. *PLoS One*. 2021;16(5):e0250904.
19. Larios G, Ribeiro M, Arruda C, Oliveira SL, Canassa T, Baker MJ, et al. A new strategy for canine visceral leishmaniasis diagnosis based on FTIR spectroscopy and machine learning. *J Biophotonics*. 2021;14(11):e202100141.
20. Pacher G, Franca T, Lacerda M, Alves NO, Piranda EM, Arruda C, et al. Diagnosis of cutaneous leishmaniasis using FTIR spectroscopy and machine learning: an animal model study. *ACS Infect Dis*. 2024;10(2):467-474.



21. Noureldeen AM, Masoud KS, Almakhzoom OA. Deep learning model for cutaneous leishmaniasis detection and classification using Yolov5. *Afr J Adv Pure Appl Sci.* 2023;2(2):270-80.
22. Coelho ML, França T, Mateus NLF, Lima Junior MSC, Cena C, Ramos CAN. Canine visceral leishmaniasis diagnosis by UV spectroscopy of blood serum and machine learning algorithms. *Photodiagn Photodyn Ther.* 2023;42(1): 103575.
23. Ferreira TS, Santana EEC, Jacob Junior AFL, Silva Junior PF, Bastos LS, Silva ALA, et al. Diagnostic classification of cases of canine leishmaniasis using machine learning. *Sensors (Basel).* 2022;22(9):3128.
24. Abdelmula AM, Mirzaei O, Güler E, Süer K. Assessment of deep learning models for cutaneous Leishmania parasite diagnosis using microscopic images. *Diagnostics (Basel).* 2023;14(1):12.
25. Vasconcelos JM, Gomes CG, Sousa A, Teixeira AB, Lima JM. Leishmaniose tegumentar americana: perfil epidemiológico, diagnóstico e tratamento. *RBAC.* 2018;50(3):221-7.
26. Dourado ZF, Silva HD, Silveira-Lacerda EP, García-Zapata MTA. Panorama histórico do diagnóstico laboratorial da leishmaniose visceral até o surgimento dos testes imunocromatográficos (rK39). *Rev Patol Trop.* 2007;36(3):205-14.
27. Almeida ISM. Utilização da inteligência artificial para padronização de exames de imagem de pacientes com COVID-19. *Atas Ciênc Saúde.* 2022;10(2):87-98.
28. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJ. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer.* 2018;18(8):500-510.
29. Rossi RC, Santos Lourenço M, Ribeiro Filho ALV. O papel da inteligência artificial no combate à pandemia do COVID-19. *Rev Interface Tecnol.* 2023;20(1):202-13.
30. Magalhães MIS, Vargas CV, da Silva Bomfim VVB, Ferreira TG, Behrens PAC. Impacto da inteligência artificial no diagnóstico médico: desafios e oportunidades. *Rev Ibero-Am Humanid.* 2024;10(1):1477-85.



31. De Fauw J, Ledsam JR, Romera-Paredes B, Nikolov S, Tomasev N, Blackwell S, et al. Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. *Nat Med.* 2018;24(9):1342-1350.
32. Horie Y, Yoshio T, Aoyama K, Yoshimizu S, Horiuchi Y, Ishiyama A, et al. Diagnostic outcomes of esophageal cancer by artificial intelligence using convolutional neural networks. *Gastrointest Endosc.* 2019;89(1):25-32.
33. Lobo LC. Inteligência artificial, o futuro da medicina e a educação médica. *Rev Bras Educ Med.* 2018;42(3):3-8.
34. Santos GRAC, Santos JJ, Silva BAT, Santos AS, Nogueira RS, Nascimento VAS. Perfil epidemiológico dos casos de leishmaniose tegumentar americana no Brasil. *Enferm Foco.* 2021;12(5):1047-53.
35. Correia L, Lopes D, Porto JV, Lacerda YF, Correia VCA, Bagano GO, et al. Validação de um algoritmo de inteligência artificial para a predição diagnóstica de doença coronariana: comparação com um modelo estatístico tradicional. *Arq Bras Cardiol.* 2021;117(6):1061-70.
36. Park SH, Han K. Methodologic guide for evaluating clinical performance and effect of artificial intelligence technology for medical diagnosis and prediction. *Radiology.* 2018;286(3):800-9.
37. Lemes MM, Lemos ANLE. O uso da inteligência artificial na saúde pela administração pública brasileira. *Cad Ibero-Am Direito Sanit.* 2020;9(3):166-182.
38. Rocha TAH, Boitrago GM, Mônica RB, Almeida DG, da Silva NC, Silva DM, et al. National COVID-19 vaccination plan: using artificial spatial intelligence to overcome challenges in Brazil. *Cien Saude Colet.* 2021;26(5):1885-98.



RESC

VOL. XI - N°- 01 - Ano 2025
ISSN 2238-4111

**Revista Eletrônica
Saúde e Ciência**



Endereço para correspondência:

Henrique Rafael Pontes Ferreira

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências.

Endereço: Av. Reitor Joaquim Amazonas, Cidade Universitária, 50740600 - Recife, PE - Brasil

E-mail: henriquepontes027@gmail.com



Artigo Original

INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE A POSTURA E A CINEMÁTICA DA CORRIDA

INFLUENCE OF PHYSICAL EXERCISE ON RUNNING POSTURE AND KINEMATICS

Caroline Simões Teixeira¹; André Matheus Rodrigues Gomes²; Henrique Nunes Bispo³;
Giulliano Gardenghi⁴; Alexandre Galvão da Silva⁵; Débora Dias Ferraretto Moura Rocco⁶

Resumo

Introdução: A corrida é um ato inerente ao ser humano e pode ser considerado como a evolução da marcha passando por processos evolutivos até atingir características biomecânicas que a tornam eficiente. As fases biomecânicas da corrida podem variar de acordo com o autor ou a fonte consultada. No entanto, aqui estão algumas referências comumente citadas: fase de apoio inicial, fase de apoio médio, fase de apoio final e a última fase da corrida que é a de voo. Sendo um ciclo repetitivo. Fatores externos e internos podem influenciar nesse processo. Os desvios posturais podem ser congênitos ou adquiridos, e interferem no equilíbrio corporal e na sustentação. **Objetivo:** comparar a cinemática da corrida e o padrão postural entre corredores amadores, jogadores de futebol e sedentários. **Metodologia:** Foram incluídos 20 homens maiores de 18 anos (7 corredores, 6 jogadores de futebol e 7 sedentários). Avaliamos a cinemática da corrida em esteira ergométrica, das articulações do cotovelo, quadril, joelho e tornozelo, através de gravações que foram processadas no software *Kinovea*, onde foi avaliado o primeiro contato do pé com o solo, e a avaliação postural através de análise qualitativa de observação da postura anterior, lateral e posterior. **Resultados:** Encontramos diferenças estáticas no grau de angulação das articulações durante a análise da cinemática da corrida, quando comparados entre os grupos. No grupo corrida observamos as seguintes angulações de quadril, joelho e tornozelo (168º, 165º e 113º, respectivamente), já os jogadores de futebol, observamos as angulações (168º quadril, 175º do joelho e 116º de tornozelo) e por fim, notamos que grupo sedentário, 173º de quadril, a flexão de joelho foi 172º e 115º no tornozelo. Por relação aos desvios posturais os principais atrelam-se a assimetria de ombros, e desvios na coluna vertebral, diferindo entre os esportes, e



principalmente, dos indivíduos sedentários. **Conclusão:** Os desvios posturais na coluna podem atrapalhar a performance da cinemática da corrida, um padrão observado ao compararmos os diferentes tipos de esporte ao comportamento sedentário.

Descritores: cinemática, avaliação postural, corrida.

Abstract

Introduction: Running is an act inherent to human beings and can be considered as the evolution of walking, undergoing evolutionary processes until it reaches biomechanical characteristics that make it efficient. The biomechanical phases of running may vary depending on the author or source consulted. However, here are some commonly cited references: early stance phase, mid stance phase, late stance phase, and the last phase of running which is flight. Being a repetitive cycle. External and internal factors can influence this process. Postural deviations can be congenital or acquired and interfere with body balance and support. **Objective:** to compare running kinematics and postural patterns among amateur runners, soccer players and sedentary individuals. **Methodology:** Twenty men over 18 years of age were included (7 runners, 6 soccer players and 7 sedentary individuals). We evaluated the kinematics of running on a treadmill, of the elbow, hip, knee and ankle joints, through recordings that were processed in the Kinovea software, where the first contact of the foot with the ground was evaluated, and the postural evaluation through qualitative analysis of observation of the anterior, lateral and posterior posture. **Results:** We found static differences in the degree of joint angulation during the analysis of running kinematics, when compared between groups. In the running group, we observed the following hip, knee and ankle angles (168°, 165° and 113°, respectively), while in the soccer players, we observed the angles (168° hip, 175° knee and 116° ankle) and finally, we noted that in the sedentary group, 173° hip, knee flexion was 172° and 115° ankle. Regarding postural deviations, the main ones are linked to shoulder asymmetry and deviations in the spinal column, differing between sports, and mainly, between sedentary individuals. **Conclusion:** Postural deviations in the spine can hinder running kinematics performance, a pattern observed when comparing different types of sports to sedentary behavior.

Descriptors: kinematics, postural assessment, running.

1. Fisioterapeuta, graduada pela Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Mestrado em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, Especialização em Fisioterapia em Reabilitação Cardiopulmonar pelo Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein e Fisiologia do Exercício Aplicada



à Clínica pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e Mestre em ciências pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

2. Educador físico graduado pela Universidade Santa Cecília (UNISANTA), especialista em fisiologia do exercício e reabilitação cardiovascular pelo Instituto do coração INCOR.

3. Educador físico graduado pela Universidade Santa Cecília (UNISANTA), especialista em fisiologia do exercício e reabilitação cardiovascular pelo Instituto do coração INCOR.

4. Fisioterapeuta; Editor chefe da Revista Eletrônica Saúde e Ciência (RES C); Coordenador científico da Faculdade CEAFI – Goiânia/GO Coordenador científico do Hospital ENCORE – Aparecida de Goiânia/GO; Consultor técnico do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital e Maternidade São Cristóvão, São Paulo/SP.

5. Educador físico graduado pela Universidade Católica de Salvador, especialista em fisiologia do exercício e reabilitação cardiovascular pelo Instituto do coração INCOR, mestre e doutor pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

6. Educadora física pelas Faculdades Metropolitanas Unidas, especialista em fisiologia do exercício pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e doutora pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

Introdução

Embora os seres humanos tenham evoluído para serem capazes de caminhar e correr, a corrida vem sendo cada vez mais praticada mundialmente. Acredita-se que a corrida tenha sido uma habilidade fundamental para a sobrevivência dos nossos antepassados. Durante a era paleolítica, a habilidade de correr permitia aos homens caçarem e fugir de predadores, aumentando suas chances de sobrevivência.

Com o tempo, a corrida passou a ser uma forma de competição entre os seres humanos. Há evidências de que os antigos gregos praticavam corridas como parte dos Jogos Olímpicos realizados a cada quatro anos a partir do século VIII a.C. Essas competições valorizavam a velocidade e a resistência física.



A corrida é uma habilidade inerente ao ser humano, que com a evolução proporcionou ao homem características biomecânicas que fazem com que esta habilidade seja eficiente, até em termos de gasto energético¹. Com base na estrutura do corpo humano, podemos definir o movimento como um complexo sistema de segmentos articulados em equilíbrio estático ou dinâmico, que geram forças internas e externas no eixo articular, assim provocando deslocamentos angulares nesses segmentos².

A biomecânica é o estudo das forças que atuam sobre o corpo humano durante a corrida e como essas forças podem afetar sua eficiência e desempenho. Assim, é de extrema relevância entender a biomecânica de um movimento que é tão comum ao ser humano, como a corrida². Durante a prática da corrida, o corpo passa por várias fases específicas que envolvem diferentes movimentos e ações musculares. A primeira fase da corrida é a fase de apoio inicial, em que o pé entra em contato com o solo. Durante essa fase, a perna de apoio absorve o impacto inicial e estabiliza o corpo. Estudos biomecânicos mostram que a quantidade de flexão do tornozelo e a absorção de impacto do quadríceps são fatores-chave nessa fase³. A próxima fase é a de médio apoio, em que o corpo passa sobre o pé de apoio e o impulso é gerado para a próxima etapa. Durante essa fase, os músculos da panturrilha, quadríceps e glúteos são ativados para impulsionar o movimento para frente³. Estudos mostram que a eficiência do impulso é influenciada pela força gerada pelo quadríceps e a capacidade dos músculos da panturrilha em produzir energia elástica⁴.



A fase de desprendimento é a fase final da corrida, em que o pé se descola do solo para iniciar o próximo ciclo de passada. Durante essa fase, músculos como o tríceps sural são ativados para empurrar o corpo para trás e criar a propulsão necessária. Weyand et al., (2010), entre outras investigações, mostram que o tempo de contato do pé com o solo e a força de propulsão gerada pelos músculos são importantes para o desprendimento eficiente⁵. Em resumo, a biomecânica das fases da corrida envolve a absorção de impacto inicial, o impulso gerado durante o médio apoio e o desprendimento eficiente do pé do solo.

Alguns fatores externos podem influenciar sobremaneira as características biomecânicas da corrida, com o calçado, a superfície do terreno, o nível de atividade física, bem como a postura do indivíduo⁶. O nosso grupo ao analisar a cinemática da marcha em corrida com pés calçados e descalços, com corredores de rua, constatou um índice de lesão maior aos praticantes que correm somente com os pés calçados, isso se deve ao enfraquecimento das musculaturas amortecedoras do pé por desuso atrelado a uma utilização frequente de tênis com tecnologias cada vez mais avançadas em relação aos amortecedores, portanto aconselhamos para os corredores realizarem treinos específicos descalços em terreno propício para um fortalecimento dessa musculatura com propósito de evitar possíveis lesões por enfraquecimento muscular⁷.



Junior e Raiol (2019)⁸, evidenciam que os principais desvios na corrida podem ser decorrentes tanto de lesões osteomioarticulares e quanto ao tipo de pisada. Didaticamente, podemos dividir as pisadas em três tipos, a supinada onde o pé é cavo, a pronada onde temos o pé plano e a neutra, demonstrando em seus estudos que indivíduos que possuem uma pisada do tipo pronada ou supinada estão mais propensos a lesões que causam desvios na marcha⁹. Lima (2009)⁹ relata que o movimento de pronação durante a marcha é de suma importância tendo em vista que é deste movimento que há o amortecimento de impacto e adaptação ao solo, uma hipermobilidade durante o processo da marcha aumenta a probabilidade de lesões como: dor não específica no tornozelo, dor lateral no joelho, canelite, fraturas de esforço, joanetes, fascíte plantar e tendinite aquilina. dos Santos¹⁰ cita que a dor patelofemoral, é comum na articulação do joelho, devido ao movimento de valgo dinâmico, que está relacionado a adução e rotação medial do quadril e abdução e rotação lateral do joelho, atrelado a hiperpronação subtalar como outro fator para o valgismo dinâmico.

Outro importante fator de alterações da corrida são os desvios posturais, que podem ser congênitos ou adquiridos. Os desvios se correlacionam com diversas partes do corpo, resultando na dependência excessiva dos elementos de apoio e na diminuição do perfeito equilíbrio do corpo sobre a base de sustentação, os desvios podem gerar traumas crônicos em articulações e até mesmo ser um agravante para possíveis doenças. A coluna



vertebral possui quatro curvaturas normais: lordose cervical, com concavidade posterior; cifose dorsal, com convexidade posterior; lordose lombar, com concavidade posterior e curvatura sacral. Há a possibilidade de desvios como a escoliose nas regiões torácica e lombar, aumento da lordose ou sua retificação, até mesmo uma protusão na região cervical e um aumento ou retificação da cifose na região torácica. A região lombar pode conter uma hiperlordose ou retificação da lordose. Podem-se encontrar desvios na cintura escapular, relacionados ao nivelamento dos ombros; alterações na cintura pélvica, que podem ser ocasionadas por inclinação e a presença de retroversão ou anteroversão, ou mesmo pela desigualdade dos membros inferiores¹¹.

O equilíbrio corporal é de suma importância dentro do âmbito esportivo, essa valência física é bastante dependente dos mecanismos proprioceptivos musculares (fuso muscular e órgão tendinoso de Golgi) e articulares (Corpúsculos de Pacini, Ruffin e Crause) que auxiliam o sistema nervoso central no estabelecimento e na manutenção do equilíbrio estático¹², com isso deve-se ter em mente que uma musculatura fortalecida e bem treinada desencadeia uma melhora postural evitando alguns desvios.

Assim, o objetivo do estudo foi comparar a cinemática da corrida e o padrão postural estático entre corredores amadores, jogadores de futebol e sedentários.



Método

Participantes

Essa investigação é observacional de caráter transversal.

O público foi captado através do Instagram do LAFES (@Lafesciencias), posteriormente submetido à seleção através de anamnese contendo vinte perguntas sendo oito perguntas fechadas, doze perguntas abertas.

Foram avaliados 20 indivíduos, de ambos os sexos, de 18 a 49 anos de idade sendo 7 sedentários (GS), 6 jogadores de futebol (GJ) e 7 corredores amadores (GC) que praticam a modalidade nas cidades da baixada santista, e que há pelo menos 1 ano. Os participantes foram convidados a participar do estudo e após sua anuência, estes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Santa Cecília sobre o CAEE número: 91814918.9.0000.5513.

Não foram incluídos no estudo: indivíduos que estivessem lesionados no momento das avaliações; tivessem lesões crônicas poderiam afetar a biomecânica da corrida; que apresentassem desconforto para realizar a tarefa; que estivessem em tratamento farmacológico que afete o aparelho musculoesquelético, indivíduos com sobrepeso ou obesidade.



Instrumentos e Procedimentos

Análise postural estática

A primeira avaliação realizada foi a avaliação postural por meio análise qualitativa¹³, que consiste na visualização do avaliado à frente do simetrógrafo, sob plataforma de madeira, nas posições anterior, lateral e posterior. Foram consideradas as posições da cabeça, e as articulações dos ombros, tronco, cristas ilíacas, quadril e joelhos e posicionamento dos pés (na vista anterior), além disso na vista lateral foi adicionada a observação da coluna cervical, torácica e lombar, na vista posterior foram verificados os ombros, coluna vertebral, e da prega glútea na vista posterior. Todas as informações coletadas foram anotadas em ficha apropriada para este equipamento o IAP (Instrumento de avaliação postural).

Análise da Cinemática da corrida

Para a avaliação da cinemática da corrida dos indivíduos, foi realizado um teste de corrida em esteira ergométrica. Para determinação da velocidade que o atleta deveria chegar em 60 a 70% da FC (frequência cardíaca) máximo, foi utilizada a equação de Karvonem ($FC_{máxima} - FC_{de\ repouso}$, multiplica-se pela porcentagem desejada e em seguida soma-se a FC de repouso novamente), além disso, utilizamos a escala de borg, (PSE, percepção subjetiva de esforço, que vai de 6 a 20) para mensurar o grau de cansaço dos avaliados.



Após determinada a FC alvo, o teste começou com uma breve ambientação da esteira (cerca de 5 minutos em caminhada leve). A velocidade variou de acordo com os grupos, crescendo 2 km/h até atingir a velocidade alvo entre 60% a 70% da FC estimada e com auxílio da PSE, dando início a gravação, onde foi registrado por celular (iphone10) posicionado na vista lateral há dois metros de distância fixado num tripé específico, na altura aproximada do troco de cada avaliado. Os padrões de cinemática foram analisados através do software *Kinovea - Video Editor Analysis Software for Sports* e do formulário de análise da marcha por observação (corpo total)^{14,15}. A marcação dos pontos articulares foi feita através de um material que reflita a luz (papel alumínio), onde ocorre uma adaptação do protocolo de Davis¹⁶, colocados na articulação do ombro, do cotovelo, do punho, no trocânter do fêmur, no côndilo lateral, no maléolo do tornozelo e no quinto metatarso.

Após a realização dos testes, as filmagens digitais foram processadas no software *Kinovea*, separadas quadro a quadro, e selecionado o quadro do momento de primeiro contato do pé direito do indivíduo com o solo na corrida. Depois de selecionado o quadro, no mesmo software foi realizado, através de ferramenta específica, a medição dos ângulos articulares do tornozelo, joelho, quadril e cotovelo.

Análise de dados

Os dados do presente estudo foram apresentados em média \pm e desvio padrão. Os testes estatísticos foram realizados no software *Statistica* (v 10.0 StalSoft, Inc., USA). As variáveis



analisadas neste estudo foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para avaliação de normalidade da distribuição dos dados, resultando em distribuição normal. Dados das análises posturais e cinemáticas foram submetidos a análise estatística de variância: ANOVA de 2 fatores para medidas não repetidas grupo GC, GF e GS. Quando necessário, foi empregado o teste de Newman keuls como post-hoc. Para todos os testes, o nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

O gráfico 1 apresenta a média de velocidade alcançada pelos grupos durante a avaliação cinemática da corrida, os sedentários apresentaram velocidade reduzida comparados aos demais grupos ($p < 0,005$). Tal diferença só atesta a diferença no nível de condicionamento físico devido às adaptações decorrentes do esporte praticado por cada grupo.

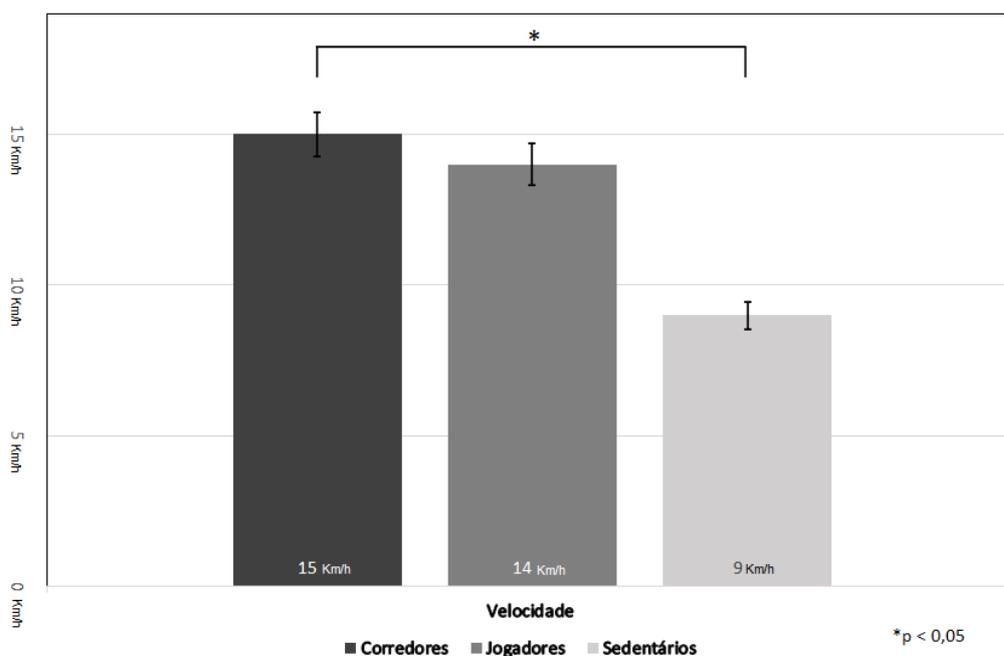


Gráfico 1. Média da velocidade máxima atingida pelos grupos.

Observamos no gráfico 2 diferenças, estatisticamente significativas, ao analisar as variáveis angulares do cotovelo, quadril, joelho e tornozelo no momento de primeiro contato do pé com o solo, após atingirem a velocidade prevista entre 60 e 70% da FC máxima.

Na análise da angulação do cotovelo em relação ao eixo horizontal, foi encontrado maior amplitude de movimento, estatisticamente significativa, do GC comparado aos demais grupos. Já na análise da variável angular do quadril, a houve redução angular no GS ao comparar com GC e GJ.



Observamos com menor amplitude de movimento na angulação do tornozelo do GC, em relação ao eixo vertical, em relação aos demais grupos. O mesmo foi observado na avaliação da angulação do joelho em relação ao eixo horizontal, diminuição da amplitude de movimento quando comparado aos outros dois grupos.

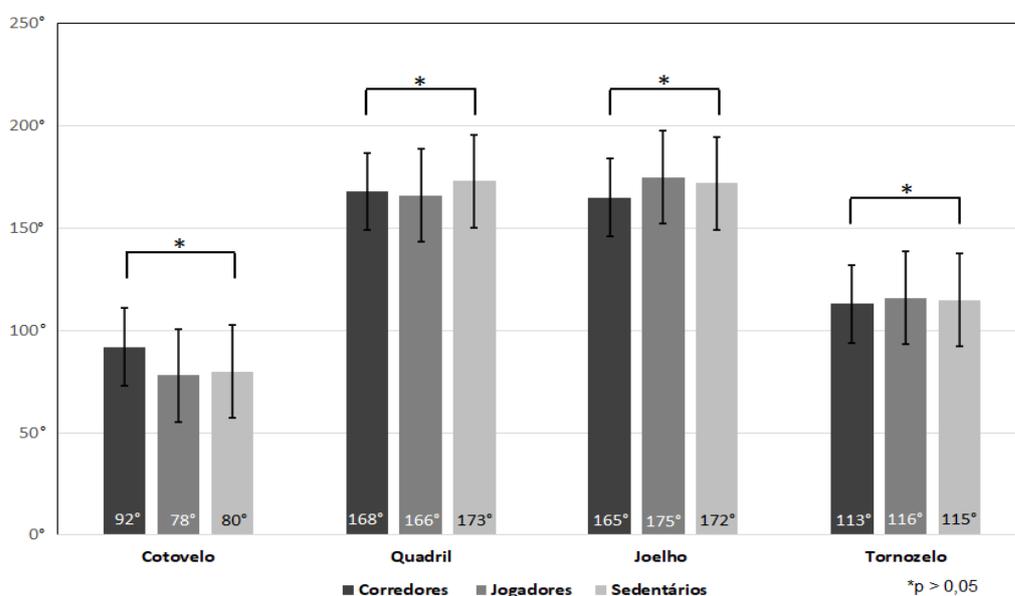


Gráfico 2. Angulações das articulações do cotovelo, quadril, joelho e tornozelo no momento de primeiro contato do pé com o solo entre os grupos.

Dados expressos em média e desvio padrão

A postura estática dos participantes foi analisada a fim de observar a possível prevalência de alguns desvios posturais nos diferentes grupos.



Tabela 1 - Descrição dos principais desvios posturais observados em cada um dos grupos

Grupos	Vista Anterior	Vista Posterior	Vista Lateral	Pés
Corredores	Assimetrias no T. de Thales e ombros	Hiperlordose cervical e lombar, retificação lombar e torácica, ombros protusos ou retraídos	Escápulas aladas ou retraídas e escoliose	Varos
Jogadores	Assimetrias no T. de Thales e ombros, joelho genovaro e cabeça inclinada	Hiperlordose lombar	Escoliose	Normal
Sedentários	Assimetrias no T. de Thales e ombros	Retificação cervical, torácica e lombar	Escoliose	Normal

A tabela 1 demonstra os principais achados sobre as particularidades da postura estática entre os grupos avaliados. No grupo de jogadores de futebol, destacamos como principais desvios a assimetria de ombros e desvios na coluna vertebral como a hiperlordose lombar. Já nos corredores notamos, principalmente, assimetria de ombros, retificação da coluna lombar e cervical. Ao analisarmos o grupo de indivíduos sedentários podemos destacar como principais desvios as retificações da coluna vertebral, podemos associar a corrida com menor inclinação do quadril a esses desvios, este grupo possui um padrão de corrida mais ereto, também é denotado uma menor mobilidade e isso está atrelado a uma queda na performance do gesto motor da corrida, por conta de fraqueza muscular ou musculatura “rígida”.



Discussão

No presente estudo demonstramos, através da avaliação da cinemática da corrida que, corredores são efetivamente mais adaptados ao gesto motor de seu esporte, e portanto, sua economia de movimento é maior, provamos isso, principalmente, por meio das angulações encontradas no joelho, cotovelo e quadril que se demonstram mais adaptadas ao movimento.

Em nossa amostra de corredores, a média da angulação de joelho foi de 165° , mesmo valor que Stoffels et al¹⁷ descrevem como valor normativo para a angulação do joelho no primeiro contato do pé com o solo.

Outra variável angular que merece um destaque nesse estudo é a do quadril, uma diferença significativa foi encontrada quando comparamos o grupo de sedentários aos outros grupos, pudemos constatar uma queda de sua performance por conta de fraqueza muscular ou rigidez muscular atrelada aos desvios posturais mais encontrados neste grupo, sendo as retificações da coluna, produzindo um padrão de corrida rígido e com menor eficiência, Stoffels et al¹⁷ mensuram que uma angulação para o quadril atrelada a uma boa performance da corrida se dá por volta de 168° graus de inclinação, o que se assemelha ao padrão denotado em nosso estudo nos grupos de jogadores (166°) e corredores (168°).



Vale ressaltar que utilização de calçados durante a corrida, vimos na introdução do presente estudo que a maior parte de lesões dentro do esporte são provenientes dos tipos de pisada ou terreno onde é executada a prática, para isso o estudo de Parada et al (2016)⁷ ao analisar a cinemática da marcha em corrida com pés calçados e descalços, com corredores de rua e encontrou uma diferença significativa quando comparou corredores com e sem calçado, ponto que não foi levado em consideração na nossa avaliação, ressaltando que no estudo de Parada⁷ foi constatado um índice de lesão maior aos praticantes que correm somente com os pés calçados, isso se deve ao enfraquecimento das musculaturas amortecedoras do pé por desuso atrelado a uma utilização frequente de tênis com tecnologias cada vez mais avançadas em relação aos amortecedores, portanto aconselhamos para os corredores realizarem treinos específicos descalços em terreno propício para um fortalecimento dessa musculatura com propósito de evitar possíveis lesões por enfraquecimento muscular.

Vale ressaltar a importância do equilíbrio muscular para prevenção de lesões e para reiterar esse conceito, Ribeiro et al¹⁸ abordam a relação entre alterações posturais e lesões do aparelho locomotor em atletas de futebol de salão, onde também não conseguiram correlacionar diretamente os desvios posturais com as lesões, porém acrescentaram que os desvios posturais resultam em desequilíbrios musculares, que sobrecarregam



estruturas do corpo como as articulações e os músculos, desta maneira criam-se possibilidades para lesões por sobrecarga esportiva.

É interessante notar que em nossa amostra de jogadores de futebol, os principais desvios posturais encontrados corroboram com a literatura, Veiga et al.²⁰ em sua investigação observaram assimetria do triângulo de Thales, que tem íntima relação com escoliose, que foi notada nesta investigação tanto nos jogadores quanto nos corredores. Outra alteração de Veiga et al.²⁰ observada em congruência com nosso estudo, foi a hiperlordose lombar, que pode ser justificada nessa população pela tensão aumentada dos flexores do quadril, bem como pela contração da musculatura lombar e fraqueza dos abdominais e glúteos²¹.

Kleinpaul et al.²² em um estudo considerando os principais desvios posturais em jogadores de futebol, ao comparar um grupo de atletas que possuíam lesão com atletas sem lesão, utilizando o software SAPO, encontrou como principais desvios: assimetria das escápulas, assimetria horizontal da cabeça e assimetria da pelve, porém não houve correlação estatística com o índice de lesões. Esse mesmo fator se repete na investigação de o que vai de encontro com nossos achados, Veiga²⁰ também não conseguiu correlacionar os desvios encontrados a possíveis lesões. Apesar dos desvios encontrados nos atletas em todos os estudos abordados não foi possível correlacionar a presença dos mesmos a lesões, porém como Ribeiro et al.¹⁸ demonstram em seu estudo os desvios posturais resultam em desequilíbrios musculares, que sobrecarregam estruturas



adjacentes e isso pode atrapalhar na performance, portanto ao encontrar desvios posturais em atletas devemos tentar corrigi-los visando uma performance com menor risco de lesão.

Ao analisarmos o grupo de corredores pudemos destacar os desvios na coluna como as hiperlordoses e retificações como os desvios mais comuns nesse grupo, em investigação comparativa entre corredores de rua e nadadores masters, Santos et al.¹⁹ demonstraram que há um maior enrijecimento muscular no grupo de corredores, o que provoca desequilíbrios musculares, provocando assim alterações posturais patológicas.

Quanto às retificações Graup et al.²³ em um estudo com estudantes, demonstrou que o sedentarismo aliado ao fato de permanecer horas sentados promoveu uma maior retificação da coluna lombar. Isso condiz com uma possível falta de adaptação ao esporte e/ou com os principais desvios posturais encontrados nas colunas dos participantes do GS (retificação cervical, torácica e lombar), o comportamento durante a corrida dos membros do GS é de manter o corpo quase ereto (180°) enquanto o GJ e GC realizam uma pequena inclinação do tronco a frente para facilitar o desempenho durante o movimento.

Pudemos concluir que o impacto da postura estática promoveu alteração apenas nos indivíduos sedentários onde os desvios posturais na coluna (retificações) interferem na variável angular do quadril, refletindo em uma possível queda de performance na cinemática da corrida. Já os corredores e os jogadores de futebol possuem características



posturais relacionadas ao esporte específico que praticam, porém apresentam gesto motor mais adequado à performance da corrida.

Referências

1. Ottoboni C, Fontes SV, Fukujima MM. Estudo Comparativo entre a marcha normal e a de pacientes hemiparéticos por acidentes vasculares encefálicos: Aspectos biomecânicos. *Revista Neurociências*, 2002;10(1):10-16.
2. Amadio AC, Serrão JC. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte* 2008; 21(1).
3. Clark KP, Weyand PG. Are running speeds maximized with simple-spring stance mechanics? *Journal of Applied Physiology*. 2014;117(6): 604-615.
4. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel W, Daoud AI, D'Andrea S, Davis IS, Mang'Eni BO, Pitsiladis Y. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*. 2010; 463(7280):531-535.
5. Weyand, PG, Sternlight DB, Bellizzi MJ, Wright S. Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology*. 2010; 89(5), 1991-1999.
6. Mann L, Teixeira CS, Mota CB. A marcha humana: interferências de cargas e de diferentes situações. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*. 2008; 12(3).
7. Parada L M, Duarte LR, Rocco DDFM, da Silva AG. Análise cinemática da corrida com pés descalços em indivíduos que normalmente correm calçados. Impacto da utilização do calçado sobre a cinemática da corrida. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2015;15(2):64 - 77.
8. Júnior BEP, Raiol RA. Prevalência de lesões musculoesqueléticas em corredores de rua em Belém do Pará. *Brazilian Journal of Development* 2019; 8608-8617.
9. Lima CJL. Desenvolvimento de calçado inteligente para atletas de triatlo. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia. Lisboa. Universidade do Porto (2009).
10. dos Santos JB. Comparação das alterações posturais entre praticantes de corrida de rua e natação master. *RBPFE-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2014; 8(48).
11. Alexandre NMC, Moraes MAA. Modelo de avaliação físico-funcional da coluna vertebral. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. 2001; 9(2).



12. Reis JCF, Vale RGS, Silva JGFB, Dantas EHM. Correlação do equilíbrio estático e flexibilidade dos quadris de militares. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2016; 22(1): 17-20.
13. Iunes DH, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira AS, Castro FA, Salgado HS. Análise comparativa entre avaliação postural visual e por fotogrametria computadorizada. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2009;13, 308-315.
14. Dutton M. *Fisioterapia Ortopédica: Exame, Avaliação e Intervenção* Porto Alegre, Brasil: Artmed Editora S.A. 2010. 2ª ed., pp. 446.
15. DeJong P, Hatamiya NS, Barkley LC. Running Gait Analysis and Biomechanics. *Curr Sports Med Rep*. 2022;21(4):107-108.
16. Davis RB, Ounpuu S, Tyburski D, Gage JR. A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Science*. 1991;10:575-587.
17. Stoffels F, Kober R, Kubo JD, Rocha I, Mota CB. Análise de variáveis cinemáticas da corrida de jovens velocistas. *Revista portuguesa de ciências do desporto*. 2007; 7(1), 59-67.
18. Ribeiro CZP, Amer SAK. Relação entre alterações posturais e lesões do aparelho locomotor em atletas de futebol de salão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2003; 9(2), 91-7.
19. Santos DA. Relação entre a amplitude de dorsiflexão do tornozelo e a cinemática do membro inferior durante a corrida. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Fisioterapia. Universidade Federal de São Carlos. 2016. São Carlos.
20. Veiga PHA, De Melo DCR, Morais MFF. Alterações posturais e flexibilidade da cadeia posterior nas lesões em atletas de futebol de campo. *Revista brasileira de ciências do esporte*. 2011; 33(1).
21. Detanico D, Santos SG, Reis DC. Alterações posturais, desconforto corporal (dor) e lesões em atletas das seleções brasileiras de hóquei sobre a grama. *Revista de Educação Física*. 2008;19(3): 423-430.
22. Kleinpaul J, Mann L, Santos S. Lesões e desvios posturais na prática de futebol em jogadores jovens. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2010;17(3):236-241.
23. Graup S, dos Santos SG, Moro ARP. Estudo descritivo de alterações posturais sagitais da coluna lombar em escolares da rede federal de ensino de Florianópolis. *Revista Brasileira de Ortopedia*. 2010; 45(5): 453-459.

Endereço para correspondência:

Alexandre Galvão da Silva
Email: agalvão@unisanta.br



Comunicação breve

MARCADORES DE PERFUSÃO TECIDUAL

TISSUE PERFUSION MARKERS

Angela Moraes de Araújo Assis¹; Giulliano Gardenghi²

1. *Pós-graduada em Fisioterapia Cardiopulmonar e Terapia Intensiva pela Faculdade CEAFI (Turma XXXVI), Goiânia/GO.*
2. *Editor chefe da Revista Eletrônica Saúde e Ciência (RES C); Coordenador científico da Faculdade CEAFI – Goiânia/GO Coordenador científico do Hospital ENCORE – Aparecida de Goiânia/GO; Consultor técnico do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital e Maternidade São Cristóvão, São Paulo/SP.*

Endereço eletrônico para correspondência:

coordenacao.cientifica@ceafi.edu.br

Marcadores de perfusão tecidual são ferramentas essenciais para avaliar o funcionamento adequado dos órgãos e tecidos. A perfusão tecidual é um importante indicador da função cardiovascular e da saúde dos órgãos, desempenhando um papel fundamental na avaliação de doenças cardiovasculares¹. Ela é influenciada pelo fluxo sanguíneo e pelo conteúdo de oxigênio nos tecidos. O fluxo sanguíneo, por sua vez, é determinado pelo débito cardíaco, enquanto o conteúdo de oxigênio é resultado da interação de três fatores: a concentração sérica de hemoglobina, saturação de oxigênio e pressão parcial de oxigênio arterial².

Em condições normais, o fornecimento de oxigênio aos tecidos atende a demanda metabólica, fator crucial para manutenção da homeostase do sistema cardiorrespiratório.



Quando ocorre um desequilíbrio entre a oferta de oxigênio e consumo, consequentemente pode ocasionar uma disfunção orgânica, resultando uma hipóxia tecidual global ou choque³. Uma das principais consequências do desequilíbrio na perfusão tecidual é a hipóxia, que resulta em deficiência de oxigênio nos tecidos e pode levar a danos celulares e até a morte celular. Além disso, esse desequilíbrio pode causar isquemia tecidual, que impede a chegada de oxigênio aos tecidos e a remoção de resíduos metabólicos¹.

Como resultado, ocorre uma alteração do metabolismo celular, levando à acidose, o que prejudica ainda mais as funções celulares e provoca danos prolongados. Isso pode, em casos graves, desencadear inclusive uma inflamação generalizada, comprometendo a função orgânica de forma sistêmica, afetando órgãos vitais, como rins, coração e pulmões, com conseqüente insuficiência. Se não revertidos rapidamente, esses quadros podem levar indivíduos ao óbito⁴.

O reconhecimento precoce da hipoperfusão tecidual é de suma importância para evitar danos que podem ser irreversíveis, se fazendo necessário avaliar os biomarcadores de hipoperfusão tecidual⁵. A saturação mista venosa central de oxigênio (SvcO₂), gradiente venoarterial de CO₂ (Δ PCO₂) e lactato são importantes preditores de mortalidade nos indivíduos, excepcionalmente quando estão aumentados em decorrência do baixo débito cardíaco e, com isso, fornecem informações significativas para o manejo do quadro⁶.

A monitorização do biomarcador SvcO₂ é uma medida crítica que reflete o equilíbrio entre a demanda e o suprimento de oxigênio. É um procedimento não invasivo e em condições normais apresenta um valor médio, divergente entre literaturas, entre (65-75%). Quando se têm um valor inferior, clinicamente está ocorrendo uma má distribuição do fluxo e aumento da demanda metabólica, decorrente de um baixo débito cardíaco⁷. Ainda assim, é importante destacar que a normalização dessa variável não descarta uma



hipoperfusão persistente do tecido e não impede a evolução para uma disfunção multiorgânica e óbito ¹.

Os valores hemodinâmicos devem ser interpretados dentro do contexto clínico global do paciente. Nesse sentido, o lactato se destaca como um dos principais indicadores prognósticos em pacientes graves. Como fator adaptativo, seus níveis podem se elevar em situações de hipóxia tecidual, ajudando a manter a produção energética celular dentro de parâmetros próximos ao normal. Entretanto, essa adaptação resulta em uma acidose metabólica, pois esse acúmulo de lactato ocasiona desequilíbrio ácido-base⁸. Em decorrência dessa acidose, pode ocorrer de uma combinação inadequada entre fornecimento e consumo de oxigênio resultando em glicólise anaeróbica, comprometendo a função celular e consequentemente a homeostase do corpo ⁹. Embora a hipóxia tecidual possa, de fato, elevar os níveis de lactato, é importante ressaltar que a hiperlactatemia, por si só, não é um indicador exclusivo de hipóxia tecidual ². Apenas monitorar níveis de lactato não interfere na melhora do resultado, ou seja, é necessário que ocorra a reversão da hipóxia global do tecido, pois como relatado em estudos a hiperlactatemia persistente é um fator preditivo de alta mortalidade ¹⁰. Valores de lactato acima de 4 mmol/L ou 36 mg/dL são especialmente associados à quadros mais graves, no ambiente hospitalar.

O gradiente venoarterial de CO₂ (Δ PCO₂) têm sido cada vez mais utilizado como uma fonte confiável de avaliação da perfusão tecidual e é calculado pela diferença da concentração de dióxido de carbono (CO₂) no sangue venoso e a concentração de CO₂ no sangue arterial, geralmente analisado em amostras laboratoriais ¹¹. Em condições normais, esse valor deve ser igual ou inferior a 6 mmHg, indicando uma perfusão/troca gasosa adequada. Quando esse valor aumenta, sugere uma discrepância entre a produção e a eliminação de CO₂. Nesse cenário, os tecidos não conseguem remover o CO₂ de forma



eficiente, estando com perfusão inadequada, o que por sua vez reduz o fluxo sanguíneo nas regiões periféricas e compromete a capacidade de troca gasosa ⁹.

Em resumo, distúrbios de perfusão tecidual podem gerar uma série de complicações grave, como falha orgânica e até mesmo morte celular, por isso é importante tratar as condições de forma rápida para evitar danos permanentes ou irreversíveis. A avaliação correta em conjunto dos biomarcadores de perfusão tecidual é necessária para orientar intervenções clínicas que pode resultar em desfechos positivos para o paciente ⁶.

Referências:

1. Janotka M, Ostadal P. Biochemical markers for clinical monitoring of tissue perfusion. *Mol Cell Biochem.* 2021 Mar;476(3):1313-1326. doi: 10.1007/s11010-020-04019-8. Epub 2021 Jan 2. PMID: 33387216; PMCID: PMC7921020.
2. Silva E, Garrido AG, Assunção MSC. Avaliação da perfusão tecidual no choque. *Medicina (Ribeirão Preto) [Internet].* 30º de março de 2001 [citado 9º de janeiro de 2025];34(1):27-35. Disponível em: <https://www.medicaljournals.com.br>
3. Zanotti Cavazzoni, S.L., Dellinger, R.P. Hemodynamic optimization of sepsis-induced tissue hypoperfusion. *Crit Care.* 2006;10(Suppl 3):S2. doi: 10.1186/cc4829.
4. Meregalli A, Oliveira RP, Friedman G. Occult hypoperfusion is associated with increased mortality in hemodynamically stable, high-risk, surgical patients. *Crit Care.* 2004 Apr;8(2):R60-5. doi: 10.1186/cc2423. Epub 2004 Jan 12. PMID: 15025779; PMCID: PMC420024.
5. Mallat J, Lemyze M, Tronchon L, Vallet B, Thevenin D. Use of venous-to-arterial carbon dioxide tension difference to guide resuscitation therapy in septic shock. *World J Crit Care Med.* 2016 Feb 4;5(1):47-56. doi: 10.5492/wjccm.v5.i1.47.
6. Assuncao MSC de, Corrêa TD, Bravim B de A, Silva E. How to choose the therapeutic goals to improve tissue perfusion in septic shock. *einstein (São Paulo) [Internet].*



- 2015 Jul;13(3):441–7. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082015RW3148>
7. Machado FR, Carvalho RB de, Freitas FGR, Sanches LC, Jackiu M, Mazza BF, et al. Saturação venosa central e mista de oxigênio no choque séptico: existe diferença clinicamente relevante? Rev Bras Ter Intensiva [Internet]. 2008 Oct;20(4):398–404. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-507X2008000400013>
 8. Fuller BM, Dellinger RP. Lactate as a hemodynamic marker in the critically ill. Curr Opin Crit Care. 2012 Jun;18(3):267-72. doi: 10.1097/MCC.0b013e3283532b8a. PMID: 22517402; PMCID: PMC3608508.
 9. Yamaguti T, Auler Junior JOC, Dallan LAO, Galas FRBG, Cunha LCC, Piccioni M de A. Marcadores de Perfusão Tecidual como Preditores de Desfechos Adversos em Pacientes com Disfunção Ventricular Esquerda Submetidos à Revascularização Miocárdica (Bypass Coronário). Arq Bras Cardiol [Internet]. 2024;121(2):e20230247. Disponível em: <https://doi.org/10.36660/abc.20230247>
 10. Jansen TC, van Bommel J, Schoonderbeek FJ, Sleswijk Visser SJ, van der Klooster JM, Lima AP, Willemsen SP, Bakker J; LACTATE study group. Early lactate-guided therapy in intensive care unit patients: a multicenter, open-label, randomized controlled trial. Am J Respir Crit Care Med. 2010 Sep 15;182(6):752-61. doi: 10.1164/rccm.200912-1918OC. Epub 2010 May 12. PMID: 20463176.
 11. Ltaief Z, Schneider AG, Liaudet L. Fisiopatologia e implicações clínicas da lacuna veno-arterial da PCO₂. Crit Care. 2021;25:318. doi: 10.1186/s13054-021-03671-w.



Comunicação Breve

ASSOCIAÇÃO ENTRE ASSIMETRIA DE FORÇA DO QUADRÍCEPS E RISCO DE LESÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EM ATLETAS DE FUTSAL FEMININO: ESTUDO OBSERVACIONAL EM EQUIPE DE ALTO RENDIMENTO

ASSOCIATION BETWEEN QUADRICEPS STRENGTH ASYMMETRY AND RISK OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY IN FEMALE FUTSAL ATHLETES: OBSERVATIONAL STUDY IN A HIGH-PERFORMANCE TEAM

Lirrande Pereira dos Santos Melo¹; Giulliano Gardenghi²

- 1. Pós-graduando em Fisioterapia Traumatológica – Ortopédica e Desportiva pela Faculdade CEAFI (Turma 2024/I), Brasília/DF.*
- 2. Editor chefe da Revista Eletrônica Saúde e Ciência (RES C); Coordenador científico da Faculdade CEAFI –Goiânia/GO*

Endereço eletrônico para correspondência: lirrandersantos1432@gmail.com

A articulação do joelho é uma das mais importantes do corpo humano, especialmente quando se trata de marcha, funcionalidade e autonomia pessoal. Por ser altamente exigida em diversas atividades é também frequentemente acometida por diferentes tipos de lesões em diversos grupos populacionais como adolescentes, adultos e principalmente idosos, bem como atletas de modalidades variadas, tanto de alto rendimento quanto recreacionais ou amadores, de ambos os sexos. Certos tipos de lesões apresentam maior predominância em



mulheres, devido a características específicas relacionadas às atividades de vida diária, demandas esportivas, fatores biomecânicos e hormonais¹.

O joelho é responsável por suportar grande parte do peso corporal durante atividades como caminhar, correr, saltar, agachar e mudar de direção. Essa exigência o torna suscetível a sobrecargas, especialmente quando associada a fatores como fraqueza muscular, alterações biomecânicas ou sobrepeso². Tais condições estão relacionadas a patologias como condropatias, artrose, tendinopatias, lesões capsuloligamentares e, menos frequentemente, fraturas ósseas³.

Na prática clínica voltada para a atuação da fisioterapia desportiva, o joelho está entre as articulações mais acometidas. Uma das principais lesões é a ruptura do Ligamento Cruzado Anterior (RLCA). O Ligamento Cruzado Anterior (LCA) é uma estrutura intra-articular e extra-sinovial, composta predominantemente por fibras de colágeno tipo I, o tornando muito resistente à tração. É essencial para a estabilidade articular, limitando o deslizamento anterior da tíbia em relação ao fêmur, principalmente entre 20° e 30° de flexão, bem como restringindo a rotação interna da tíbia e o valgo dinâmico⁴.

Além de sua função mecânica, o LCA possui mecanorreceptores que atuam na propriocepção articular, favorecendo o recrutamento muscular por meio de respostas reflexas rápidas, o que contribui para a prevenção de lesões⁵.

O LCA é um dos ligamentos mais estudados do corpo humano, especialmente no que diz respeito à prevenção de sua ruptura e à reabilitação pós-lesão. O tempo de reabilitação pode variar de 6 a 12 meses, dependendo do cumprimento de critérios específicos para alta fisioterapêutica⁶. Tais critérios incluem a aplicação de questionários funcionais, como o International Knee Documentation Committee (IKDC), que avalia dor, funcionalidade e sintomas do joelho, além de testes funcionais como os hop tests (saltos horizontais e verticais)



e o Y-Balance Test, que avalia o controle postural dinâmico e a instabilidade funcional unilateral⁷.

Outro teste considerado padrão ouro é a avaliação da força muscular do quadríceps, grupo fundamental para o controle excêntrico da flexão de joelho em fases de desaceleração e aterrissagens, além de evitar a hiperextensão do joelho e o deslocamento anterior da tíbia⁸. Durante a reabilitação, espera-se que o atleta alcance um índice de simetria muscular de até 10% em comparação ao membro contralateral, o que reduz significativamente o risco de recidiva e garante um retorno mais seguro ao esporte⁹.

Um aspecto importante e desafiador na fisioterapia desportiva, especialmente em atletas de alto rendimento, é o fato de que atletas do sexo feminino têm maior predisposição à ruptura do LCA. Isso se deve a fatores anatômicos, hormonais, biomecânicos e neuromusculares. Entre esses fatores, destaca-se o ângulo Q aumentado, que favorece o valgo dinâmico, contribuindo para o estresse excessivo sobre o LCA e reduzindo a estabilidade durante aterrissagens e desacelerações¹⁰. Além disso, variações hormonais, como durante o ciclo menstrual, aumentam a elasticidade dos tecidos ligamentares, tornando o LCA mais suscetível a lesões¹¹. Estudos mostram que mulheres têm uma taxa de lesões de LCA até 2,2 vezes maior que os homens, independentemente do nível de participação esportiva¹².

Durante a avaliação de pré-temporada do time de futsal profissional feminino ADEF, 16 atletas foram submetidas à avaliação de força isométrica do quadríceps, em sedestação, na cadeira extensora com joelho e quadril a 90° de flexão, utilizando o dinamômetro isométrico ACTIVE FORCE-2 com faixa estabilizadora. Foram realizados três testes de extensão unilateral máxima do joelho para mensuração da força e identificação de possíveis assimetrias musculares entre os membros.

A assimetria foi calculada pela seguinte fórmula:



$$\text{Assimetria (\%)} = ((\text{Força maior} - \text{Força menor}) / \text{Força maior}) \times 100$$

Das 16 atletas avaliadas, 3 apresentavam histórico de RLCA: uma em 2021 e duas ao final da temporada de 2022, sendo submetidas ao teste quase um ano após a reconstrução do LCA. No ano de 2023, o time registrou três casos de ruptura do LCA, uma no início da temporada e duas ao final, envolvendo duas atletas da categoria sub-20 e uma atleta profissional (tabela 1).



Análise Geral das 16 Atletas Avaliadas

Tabela 1. Teste de Força Muscular de Extensão de Joelho						
Nome da Atleta	Data de Nascimento	Idade	Nº da Camisa	Déficit de Força	Lado com Déficit	Risco de Lesão LCA
MC	06/01/2007	18	03	22,64%	Esquerdo	†
ACC	26/07/1998	26	21	6,13%	Esquerdo	#
GM	01/12/2006	18	11	8,58%	Direito	#
MCL	15/09/2005	19	13	0,98%	Direito	+
AD	18/11/2000	24	15	11,12%	Esquerdo	†
JS*	20/05/1998	27	23	9,48%	Esquerdo	#†
ACS	10/07/2003	21	17	2,67%	Esquerdo	+
MCS	09/10/2003	21	16	12,02%	Esquerdo	†
AP	01/11/2002	22	10	7,18%	Direito	#
LN*	10/08/1999	25	99	23,89%	Direito	†
VC*	03/08/2003	21	18	9,86%	Direito	#†
JE	21/08/2005	19	7	14,32%	Esquerdo	†
AC	24/07/2007	17	24	9,66%	Esquerdo	#†
MA	10/07/2000	24	12	8,83%	Esquerdo	#
AL	11/11/2005	19	39	28,75%	Direito	†
ME	15/03/2005	20	01	17,68%	Esquerdo	†

SN: Sem número; *: Atletas que passaram por cirurgia de RLCA; +: Baixo risco de lesão; #: Moderado risco de lesão; #†: 1% para alto risco de lesão de LCA; †: Alto risco de lesão.



Como resultados, + 7 atletas apresentaram alto risco de lesão LCA (assimetria >10%), sendo que 1 delas já rompeu o LCA.

4 atletas apresentaram assimetria entre 5% e 9%, o que representa um risco moderado.

#+ 3 atletas ficaram a menos de 1% dos 10%, o que indica possível risco aumentado de lesão no joelho. Duas dessas atletas já sofreram ruptura do LCA.

+ Apenas 2 atletas apresentaram assimetria abaixo de 5%, consideradas de baixo risco.

O alto índice de atletas dentro ou próximas da zona de risco para possível lesão de LCA, com base nos achados dos testes clínicos e no histórico de lesões ao final da última temporada, pode ser considerado um fator de predisposição à ruptura deste importante ligamento ^{8, 12}. Esse risco torna-se ainda mais evidente quando observamos que uma das atletas profissionais sofreu com uma lesão de LCA, agora no membro contralateral.

Os achados clínicos deste estudo demonstram que o teste de força muscular, considerado padrão ouro na avaliação funcional, é uma ferramenta fundamental para identificar déficits que contribuem para rupturas do LCA ao longo de uma temporada ^{7,8}. E quando associado a outros métodos de avaliação, como os testes funcionais e escalas de avaliação como IKDC, oferecer uma análise mais completa do risco de lesão ^{5,6}.

Apesar desses achados, sabe-se que para prevenir completamente qualquer tipo de lesão, especialmente em atletas de alto rendimento, é um grande desafio, considerando os múltiplos fatores envolvidos¹¹. Mas com uma boa avaliação, é possível reduzir esses riscos além de otimizar o desempenho das atletas. Essa prevenção também impacta positivamente o aspecto emocional das jogadoras, na prática clínica, em lesões como essa tende a estar abalado, pela complexidade e tempo fora do esporte, e colabora com a gestão financeira de clubes profissionais de futebol, que são diretamente afetados pela ausência prolongada de atletas lesionadas.



Referências

1. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS Jr, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading predict ACL injury risk in female athletes. *Am J Sports Med.* 2005;33(4):492–501.
2. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. The Landing Error Scoring System as a screening tool for ACL injury risk. *J Athl Train.* 2018;53(5):491–9.
3. Kiapour AM, Murray MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Joint Res.* 2014;3(2):20–31.
4. Lephart SM, Fu FH. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Champaign: Human Kinetics; 2000.
5. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med.* 2016;50(13):804–8.
6. Gabriel DA, Oliveira LFP, Silva JCA. Testes funcionais em lesões de LCA. *Braz J Phys Ther.* 2017;21(1):12–7.
7. Palmieri-Smith RM, Thoma LM. Quadriceps strength and ACL injury risk. *Sports Med.* 2019;49:867–78.
8. Schmitz RJ, Arnold BL, Perrin DH. Strength asymmetries and ACL re-injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016;46(4):263–70.
9. Waldén M, Hägglund M, Magnusson H, Ekstrand J. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2016;344:e3042.
10. Heitz NA, Eisenman PA, Beck CL, Walker JA. Hormonal influence on ligament laxity. *J Strength Cond Res.* 1999;13:87–91.



11. Huston LJ, Wojtys EM. Sex differences in ACL injury risk. Clin Orthop Relat Res. 2000;(372):50–63.
12. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of second ACL injuries 2 years after primary ACL reconstruction and return to sport. Am J Sports Med. 2010;38(11):2259–64.



Comunicação breve

A DISFAGIA NA ATROFIA MUSCULAR ESPINHAL (AME) E A ATUAÇÃO DO FONOAUDIÓLOGO

DYSPHAGIA IN SPINAL MUSCULAR ATROPHY (SMA) AND THE ROLE OF THE SPEECH THERAPIST

Adriana Alves Ramos de Jesus¹; Giulliano Gardenghi²

1. *Pós-graduanda em Disfagia: enfoque hospitalar pela Faculdade CEAFI (Turma 2024/1), Brasília/DF.*
2. *Editor chefe da Revista Eletrônica Saúde e Ciência (RES C); Coordenador científico da Faculdade CEAFI –Goiânia/GO*

Endereço eletrônico para correspondência: adriana.alvesramos@gmail.com

A Atrofia Muscular Espinhal (AME) é uma doença neuromuscular, com etiologia genética autossômica recessiva, relacionada à insuficiência da proteína do neurônio motor de sobrevivência, cuja ocorrência causa mutação homozigótica no gene dos neurônios motores 1 e 2 (SMN1 e SMN2), no cromossomo 5q13, que determinam o diagnóstico e a gravidade da doença, respectivamente. Diante disso, ocorre degeneração dos neurônios motores localizados na medula espinhal e no tronco encefálico, levando à atrofia e paralisia progressivas, incluindo a parte respiratória, onde o paciente pode necessitar de suporte ventilatório¹.

Conforme classificação do Ministério da Saúde, podem ser encontrados quatro tipos de AME 5q, de acordo com a idade de início e função máxima motora adquirida. O número de cópias do SMN2 é inversamente proporcional à gravidade da doença^{2,3}:



- a. **AME tipo 0:** rara, início no período pré-natal, acometimento motor e respiratório, alterações cardíacas e cerebrais, hipotonia profunda, fraqueza grave, contraturas articulares, disfagia, sem capacidade de sucção para mamar, demanda suporte ventilatório ao nascimento ou horas depois dele, com expectativa de vida de dias ou semanas;
- b. **AME tipo 1:** 60% de prevalência, de 2 a 3 cópias do SMN2, com início dos sintomas entre 0 e 6 meses, expectativa de vida menor do que 2 anos e sentar-se com apoio como marco motor mais alto alcançado;
- c. **AME tipo 2:** 27% de prevalência, 3 cópias do SMN2, com início dos sintomas entre 7 e 18 meses, expectativa de vida de 2 a 35 anos e sentar-se de forma independente como marco motor mais alto alcançado;
- d. **AME tipo 3:** 13% de prevalência, 3 a 4 cópias do SMN2, com início dos sintomas após 18 meses, expectativa de vida normal e ficar de pé e andar sem apoio como marcos motores mais altos alcançados;
- e. **AME tipo 4:** prevalência desconhecida, 4 cópias ou mais do SMN2, sintomas com início na vida adulta, expectativa de vida normal e caminhar durante a idade adulta como marco motor mais alto alcançado.

A AME atinge cerca de 4 a 10 em cada 100 mil nascidos vivos, quando se trata de distúrbios monogênicos ou mendelianos, com mutações em um único gene, sendo considerada rara, em relação a essa incidência. Contudo, a frequência de portadores de mutações SMN1 é maior, variando de 1/90 a 1/47, sendo considerada, nesse sentido, uma doença autossômica recessiva frequente e causa genética comum de mortalidade entre crianças. Os tipos 1 e 2 são os mais graves¹.

Crianças de até seis meses de idade, que apresentam sinais clínicos de hipotonia, fraqueza muscular progressiva, simétrica e mais proximal que distal, geralmente nos membros inferiores, com sensibilidade preservada, reflexos tendinosos ausentes ou diminuídos, fraqueza dos músculos intercostais, tórax em forma de sino, padrão respiratório paradoxal, que conseguem acompanhar



com o olhar, sorrirem e que preservam a mímica facial são suspeitas de apresentarem a doença. Em termos genéticos, o diagnóstico é confirmado pela alteração bialélica do gene SMN, a partir de PCR quantitativo (qPCR) ou por *multiplex ligation-dependent probe amplification* (MLPA)².

Além do diagnóstico clínico e exame genético, outros exames complementares também podem ser feitos. A eletroneuromiografia permite “distinguir se o acometimento é do neurônio motor, de raízes ou nervos periféricos, da junção mioneural ou da fibra muscular”, revelar a denervação em atividade e cronicidade, por meio do aumento da amplitude e da duração do potencial de ação muscular composto. A biópsia muscular permite a identificação de mutações neurogênicas, como a presença de fibras musculares atrofiadas com aspecto angulado e de atrofia agrupada de fibras e agrupamento de tipos de fibras. Esses exames complementares só são indicados quando não foi possível identificar alteração no gene SMN1⁴.

O teste genético molecular já é oferecido de forma gratuita no Brasil e pode ser solicitado por qualquer médico que suspeite dos sintomas apresentados pela criança, com apoio de laboratórios independentes. A testagem da AME ainda não está incluída no Programa Nacional de Triagem Neonatal (PNTN), do Sistema Único de Saúde (SUS), ainda que já tenha cumprido todos os pré-requisitos para ser incorporada, principalmente porque tratamentos farmacológicos têm sido incorporados. Também podem ser feitos testes pré-natais, em situações em que a família já teve um filho acometido, por meio da coleta de vilosidade coriônica, líquido amniótico ou sangue do cordão, com custo viável, mas com resultados de difícil interpretação. O exame mais caro é usado em fertilização *in vitro*, para selecionar embriões sem mutação do gene SMN1 e não está disponível no SUS⁵.

O tratamento deve ser iniciado o mais precocemente possível, pois ao completar seis meses de vida a criança já perdeu cerca de 90% de seus neurônios motores, que não podem ser recuperados. A terapêutica envolve tratamentos farmacológicos modificadores da doença, que devem ser combinados com terapias de suporte, como fisioterapia, fonoterapia, terapia ocupacional e outras que se fizerem necessárias. Entre os fármacos aprovados no Brasil estão a nusinersena (Spinraza), que aumenta a produção da proteína SMN funcional pelo gene SMN2,



aplicada por meio de punção lombar, por toda a vida; a molécula RG 7916 (Risdiplam), usada por via oral e que atua no gene SMN2, induzindo a produção mais completa da proteína SMN, também por toda a vida; onasemnogene abeparvovec (Zolgensma), que introduz um novo gene SMN1 na célula do paciente, por administração endovenosa, em dose única, para AME do tipo 1⁶. A combinação dessas terapias ainda não conta com evidências científicas, razão pela qual não é recomendada, mas acredita-se que em futuro próximo os pacientes poderão se beneficiar de tratamento com dois medicamentos com abordagens diferentes, em conjunto⁷.

Os pacientes com AME necessitam de vários tipos de cuidados desde que são diagnosticados e ao longo da vida, como cuidados respiratórios, motores e ortopédicos, nutricionais, odontológicos em geral e ortodônticos especialmente e de fonoterapia, que constituem o tratamento não medicamentoso. Pessoas com AME podem apresentar dificuldades para respirar, falar, engolir e limpam as vias aéreas, pois os grupos musculares que controlam essas funções encontram-se em situação de fraqueza e fadiga. O conjunto dessas dificuldades chama-se disfunção bulbar, visto ser um quadro que se origina no bulbo, “estrutura que compõe o tronco encefálico onde se encontram neurônios motores inferiores, que inervam os músculos da região da face, boca, garganta e pescoço”⁷.

A dificuldade de engolir caracteriza a disfagia. O paciente necessita de mais tempo e esforço para mover os conteúdos naturais da boca, como a saliva, bem como outros conteúdos que nela estejam, como alimentos e medicamentos, até o estômago ou simplesmente não consegue fazê-lo. Em consequência, pode haver aspiração desses conteúdos para as vias aéreas e ocorrer pneumonia aspirativa, devido à ineficácia da tosse, situação potencialmente fatal. A dificuldade para engolir pode levar o paciente com AME à desnutrição e desidratação. Nas crianças, pode haver prejuízos Os músculos faciais responsáveis pelo movimento de engolir são os primeiros a apresentarem sinais de degeneração e são os últimos a apresentarem resultados com o tratamento⁷.ao desenvolvimento intelectual e na curva de crescimento físico.

A abordagem da disfagia no paciente com AME é feita pelo fonoaudiólogo. O acompanhamento é iniciado pela avaliação da mímica facial, da capacidade de expressão, padrão



e controle respiratório para a fonação e mobilidade e sensibilidade oral para articulação e alimentação. Sinais e consequências da disfagia são avaliados, como aspiração alimentar, ausência do reflexo de deglutição, processo digestivo lento, constipação intestinal, que são decorrentes da redução do peristaltismo. A partir dos dados fornecidos por essa avaliação, o fonoaudiólogo estabelece parâmetros para a intervenção terapêutica, que pode ser direta, indireta, mecânica ou mista⁵.

Muitos pacientes necessitam obter alimentação modificada, receberem gastrostomia (sonda enteral), se não se sentarem e até mesmo quando conseguem se sentar, devido à possibilidade de engasgos e aspiração de líquidos, o que os leva à subnutrição, dificuldades de crescimento e obesidade. A tosse durante a alimentação também deve ser investigada. A adaptação dos alimentos e dos utensílios é feita pelo fonoaudiólogo, para facilitar a ingestão, duração e segurança. Pode haver deficiência de micronutrientes, que deve ser suprida por meio da ingestão de vitaminas, como D, B12, E e K, além de ácido fólico e cálcio. Esse trabalho é feito em associação com o nutricionista⁸.

A atuação do fonoaudiólogo frente à disfagia no paciente com AME deve ser a mais precoce possível. As principais vertentes dessa atuação estão relacionadas à maximização da proteção dos mecanismos de via aérea, redução dos riscos de aspiração, melhora da percepção do corpo (propriocepção), desenvolvimento de compensações para tornar a deglutição mais segura, melhora das habilidades de comunicação e interação com o meio ambiente, para que haja estimulação cognitiva⁹.

A melhoria da deglutição é feita por meio de estratégias compensatórias, manobras posturais e respiratórias, de forma a manter ativa a musculatura orofaringolaríngea, da musculatura cervical e da mímica facial, que constituem intervenções diretas, para pacientes com disfagia de leve a moderada. Os exercícios envolvidos não podem ser exaustivos, visto que são prejudiciais, mas também não podem deixar de serem feitos, pois leva ao desuso e perda da funcionalidade. O fonoaudiólogo também orienta o paciente para o autocuidado, na medida do possível e os familiares, pois existem exercícios que podem ser feitos por eles no ambiente



doméstico. Essa outra parte do trabalho do fonoaudiólogo deve ser feita em conjunto com o fisioterapeuta e terapeuta ocupacional^{9,10}.

As intervenções indiretas não usam alimentação para melhorar a mobilidade e sensibilidade das estruturas de deglutição, sendo direcionada aos pacientes com disfagia moderada a grave, com aspiração de toda e qualquer consistência ou volume de alimentos. É composta por exercícios vocais, sensório-motores, estimulação térmica e gustativa. As intervenções mecânicas são feitas com massageadores faciais, com ou sem aparelhos de eletroestimulação, para todos os níveis de disfagia. As intervenções mistas englobam exercícios diretos, indiretos e mecânicos, de acordo com a necessidade de cada caso. É importante estimular o paciente para ser observador quanto a sua deglutição, para se tornar ativo diante das intervenções e obter mudanças que melhorem a sua qualidade de vida¹⁰.

Na avaliação da disfagia o fonoaudiólogo pode empregar diversas escalas e instrumentos. *Quality of Life in Swallowing Disorders (SWAL-QOL)* é questionário de autoavaliação, por meio do qual os pacientes expressam seu próprio nível de funcionalidade e qualidade de vida em relação à deglutição; o *Eating Assessment Tool-10 (EAT-10)* também é um questionário e avalia os sintomas de disfagia e a gravidade percebida pelo paciente; a *Functional Oral Intake Scale (FOIS)* classifica a ingestão oral funcional e descreve o grau de dependência para se estabelecer via alternativa de alimentação, levando em conta as necessidades alimentares do paciente; o Protocolo Fonoaudiológico de Avaliação do Risco para Disfagia (PARD) é uma avaliação funcional que inclui testes de deglutição com água e alimentos pastosos, permite classificar o grau de disfagia e estabelecer diretrizes para conduta fonoaudiológica. Essas condutas, muitas vezes, são estabelecidas em âmbito multidisciplinar¹¹.

Referências

1. Rodrigues VKS, Santos TR, Silva RJO, Rodrigues CN, Caldas GS, Passos MAN. Aspectos clínicos, terapêuticos e medicamentos da atrofia muscular espinhal (AME): uma revisão integrativa da literatura. Rev JRG Est Acad. 2022; [Acessado em 2025 mar 21]; 5(11):134-46. Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/402/479>.



2. Ministério da Saúde. Brasil. Onasemnogeno abeparvoveque para o tratamento de atrofia muscular espinhal (AME). Brasília, Relatório de Recomendação Conitec n. 793, dez. 2022. [Acessado em 2025 mar 22]. Disponível em: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/portaria/2022/20221207_relatorio_zolgensma_ame_tipo_i_793_2022.pdf.
3. Barros BS, Souza DT, Francisqueti-Ferron FV. A importância da nutrição para o paciente com atrofia muscular espinhal (AME). Revista Conexão Saúde FIB 2023; [Acessado em 2025 mar 22]; VI:1-14. Disponível em: <https://revistasfib.emnuvens.com.br/conexaosaude/article/view/696/695>.
4. Sociedade Brasileira de Genética Médica e Genômica, Academia Brasileira de Neurologia, Zanotelli E, Perez ABA, Marrone CD, Bernardo WM. Atrofia muscular espinhal (AME): diagnóstico e aconselhamento genético. Associação Médica Brasileira, 2021. [Acessado em 2025 mar 30]. Disponível em: <https://amb.org.br/wp-content/uploads/2021/08/ATROFIA-MUSCULAR-ESPINHAL-FINAL-01.02.2021.pdf>.
5. Zanotelli E, Vital E, Holsapfel SA, Crippa PS, Polido GJ, Zuccon A et al. Atrofia muscular espinhal: entender, cuidar, viver – um guia para famílias e profissionais. São Paulo: INAME; 2020.
6. Ministério da Saúde. Brasil. Atrofia muscular espinhal 5q tipos I e II. Brasília: CONITEC; 2022. [Acessado em 2025 abr 10]. Disponível em: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/consultas/relatorios/2022/20220912_PCDT_AME_CP_57.pdf.
7. Sales CMP, Soliani FCBG, Sanches ACS. Farmacoterapia da atrofia muscular espinhal. J Health Sci Inst. 2022; [Acessado em 2025 abr 15]; 40(2):119-26. Disponível em: https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/tainacan-items/34088/91441/09V40_n2_2022_p119a126.pdf.
8. Barros BS, Souza DT, Francisqueti-Ferron FV. A importância da nutrição para o paciente com atrofia muscular espinhal (AME). Rev Con Saúde FIB 2023; [Acessado em 2025 abr 21]; VI: 1-14. Disponível em: <https://revistasfib.emnuvens.com.br/conexaosaude/article/view/696/695>.



9. Braga TER. Fonoaudiologia na AME. São Paulo: Roche; 2023. [Acessado em 2025 abr 28]. Disponível em: https://assets.roche.com/f/173846/x/be6757ae6b/34856521_br_ame_lc_pdf_rebrandingfodiodiaudiologia_cr4.pdf.
10. Barbosa EA. A fonoterapia para disfagia. BioHouse Terapias, 2021. [Acessado em 2025 maio 10]. Disponível em: <https://biohouseterapias.com.br/a-fonoterapia-para-disfagia/>.
11. Ramos C, Bicalho I, Penayo J, Jacob R, Santiago R, Braga TER. Atuação fonoaudiológica na disfagia no adulto. Belo Horizonte: Crefono6; 2024.

Artigo de RevisãoREABILITAÇÃO FÍSICA NA SÍNDROME PÓS CUIDADOS INTENSIVOS (PICS).
REVISÃO DE REVISÕES SISTEMÁTICAS.*POST-INTENSIVE CARE SYNDROME REHABILITATION (PICS). REVIEW OF
SYSTEMATIC REVIEWS.*Amanda Ribeiro Gomides¹, Gabriella Toffoli Carneiro¹, Jaqueline de Oliveira Martineli¹,
Jaqueline Aparecida Almeida Spadari¹, Giulliano Gardenghi^{1,2,3}

Resumo

Introdução: A síndrome pós cuidados intensivos (PICS) é definida como um conjunto de comprometimentos físicos, cognitivos, e psicossociais que acometem indivíduos que sobreviveram à internação na unidade de tratamento intensivos (UTI), que podem persistir mesmo após a alta hospitalar, o prejuízo físico é o mais comum, e se manifestam através de redução da mobilidade, perda da função e fraqueza muscular adquirida na UTI. A reabilitação física nesses pacientes envolve a prescrição de exercícios que envolvem gasto energético, e é de extrema importância para a recuperação funcional e prevenção de complicações, e se iniciada precocemente pode melhorar o prognóstico funcional. **Objetivo:** identificar e sintetizar o conhecimento disponível sobre a reabilitação física da PICS. **Metodologia:** Revisão da literatura baseadas em revisões sistemáticas publicadas nos últimos 10 anos, em inglês na base de dados PubMed, utilizando os termos de busca: *Post-Intensive Care Syndrome, PICS, Physical Rehabilitation, Exercise Therapy, Mobilization, Systematic Review*. **Resultados:** Foram incluídos 7 artigos sobre a reabilitação física na PICS, houve diversidade quanto ao início da intervenção, e nos protocolos de tratamento não havendo o detalhamento da prescrição dos exercícios, portanto houve divergências na efetividade



para prevenir PICS e se há aumento da função física a longo prazo. **Conclusão:** A reabilitação é segura e não aumentou o número de eventos adversos, e mostrou melhora na função física a curto prazo, na qualidade de vida e nas atividades de vida diária, porém os resultados são conflitantes quanto a prevenção da PICS, e no estado funcional a longo prazo mostrando a necessidade de novos estudos que destrincham melhor os métodos e protocolos de tratamento, a fim de aprimorar os resultados da recuperação física desses pacientes.

Descritores: Síndrome pós cuidados intensivos, Reabilitação física, Mobilização e Exercícios.

Abstract

Introduction: *Post-intensive care syndrome (PICS) is defined as a set of physical, cognitive and psychosocial impairments that affect individuals who have survived hospitalization in the intensive care unit (ICU), which can persist even after hospital discharge. Physical impairment is the most common, and is manifested through reduced mobility, loss of function and muscle weakness acquired in the ICU. Physical rehabilitation in these patients involves the prescription of exercises that involve energy expenditure and is extremely important for functional recovery and prevention of complications, and if started early can improve functional prognosis.* **Objective:** *To identify and synthesize the available knowledge on physical rehabilitation in PICS.* **Methodology:** *Literature review based on systematic reviews published in the last 10 years, in English in the PubMed database, using the search terms: Post-Intensive Care Syndrome, PICS, Physical Rehabilitation, Exercise Therapy, Mobilization, Systematic Review.* **Results:** *7 articles on physical rehabilitation in PICS were included, there was diversity regarding the start of the intervention, and in the treatment protocols, with no details of the exercise prescription, so there were divergences in the effectiveness to prevent PICS and whether there is an increase in physical function in the long term.* **Conclusion:** *Rehabilitation is safe and has not increased the number of adverse events, and has shown improvement in short-term physical function, quality of life and activities of daily living, but the results are conflicting as to the prevention of PICS, and in long-term functional status, showing the*



need for new studies to better unravel treatment methods and protocols in order to improve the physical recovery results of these patients.

Key words: *Post intensive care syndrome, Physical rehabilitation, Mobilization and exercises.*

¹ Hospital e Maternidade São Cristóvão, São Paulo - SP, Brasil

² Hospital ENCORE, Aparecida de Goiânia - GO, Brasil

³ Faculdade CEAFI, Goiânia - GO, Brasil

Introdução

A evolução da ciência e do cuidado ao paciente crítico aumentou o número de indivíduos sobreviventes a uma internação na unidade de terapia intensiva (UTI), que podem apresentar impactos físicos, cognitivos e psicossociais. Muitas vezes tais impactos persistem mesmo após a alta hospitalar. Esse conjunto de comprometimentos, que podem ser novos ou agravados pela doença crítica, e estão diretamente ligados à mortalidade, foi definido em 2010 pela Sociedade de Medicina de Cuidados Críticos (SCCM), como síndrome pós-cuidados intensivos (PICS).^{1,2,3,4}

O desenvolvimento da PICS engloba o estado do paciente antes, durante e após a doença crítica. Fatores indiferentes à internação como sexo feminino, idade maior que 50 anos, etilismo e histórico de doenças mentais, podem aumentar o risco de desenvolver a síndrome. Circunstâncias durante a permanência em UTI, tais quais o uso de suporte ventilatório mecânico, delirium, gravidade da doença motivadora da internação, síndrome do desconforto respiratório agudo, uso de drogas vasoativas, sedativos, necessidade de hemotransfusão e de hemodiálise, também são fatores de risco para desencadear a PICS.^{4,5,6}



Os primeiros sintomas podem se apresentar nas primeiras 24 horas após a admissão na UTI, ou ao longo da permanência nessa unidade, e podem persistir por anos. Os impactos físicos se manifestam através de redução da mobilidade, perda de função e fraqueza adquirida na UTI (FAUTI), gerando prejuízos significativos na funcionalidade, na qualidade de vida (QV) e na independência para a realização de atividades de vida diária (AVD) do indivíduo.⁷

A funcionalidade, mobilidade, QV e força muscular podem ser avaliadas através de instrumentos multifatoriais de avaliação como índice de Barthel, escore *Medical Research Council* (MRC) e *Medical Outcomes Study Short-Form 36-Item Health Survey* (SF-36) e o questionário *EuroQOL* de cinco dimensões (EQ-5D).³ Por meio do resultado das avaliações, um plano de tratamento individualizado pode ser desenvolvido para buscar a melhoria da saúde física e função motora, utilizando-se protocolos de prescrição de exercício no ambiente hospitalar, que englobam treinamento de força muscular periférica e respiratória, cicloergômetro e estimulação elétrica neuromuscular, dentre outros.⁷

Intervenções físicas durante a internação são de extrema importância, e se realizadas de forma precoce (quando possível) e eficiente, podem prevenir ou minimizar a PICS. No estudo de Matsuoka³ e colaboradores, iniciar a reabilitação em até 72 horas após a admissão na UTI melhorou a mobilidade, o prognóstico funcional e a independência para realizar as AVDs.⁷

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo investigar as evidências atuais sobre a reabilitação física na prevenção e tratamento da PICS por meio de uma revisão integrativa da literatura.

Metodologia



Esta revisão integrativa da literatura objetivou identificar e sintetizar o conhecimento disponível sobre a reabilitação física da PICS. A busca de artigos relevantes foi conduzida na base de dados PubMed, abrangendo publicações dos últimos 10 anos (a partir de 2025). A estratégia de busca foi construída utilizando os seguintes descritores em inglês, combinados através dos operadores booleanos "AND" e "OR": "*Post-Intensive Care Syndrome*", "*PICS*", "*Physical Rehabilitation*", "*Exercise Therapy*", "*Mobilization*", "*Systematic Review*". Os critérios de inclusão foram revisões sistemáticas publicadas nos últimos 10 anos, artigos que abordaram a PICS em adultos, discutiram a reabilitação física como uma intervenção para a PICS, e que estiveram disponíveis em inglês. Os critérios de exclusão foram artigos que focaram em populações pediátricas, abordaram predominantemente aspectos não relacionados à reabilitação física da PICS (intervenções farmacológicas, aspectos psicológicos isolados, e outros), artigos que não estavam disponíveis na íntegra e cartas ao editor, comentários, ou resumos de congressos.

A seleção dos estudos ocorreu em duas fases. Na primeira fase, dois revisores independentes examinaram os títulos e resumos dos artigos identificados na busca, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Em caso de discordância, um terceiro revisor foi consultado para alcançar um consenso. Na segunda fase, os textos completos dos artigos pré-selecionados foram avaliados pelos mesmos revisores, utilizando os mesmos critérios. As razões para exclusão de artigos na segunda fase foram registradas. O fluxograma representando a seleção dos artigos está disposto na figura 1.

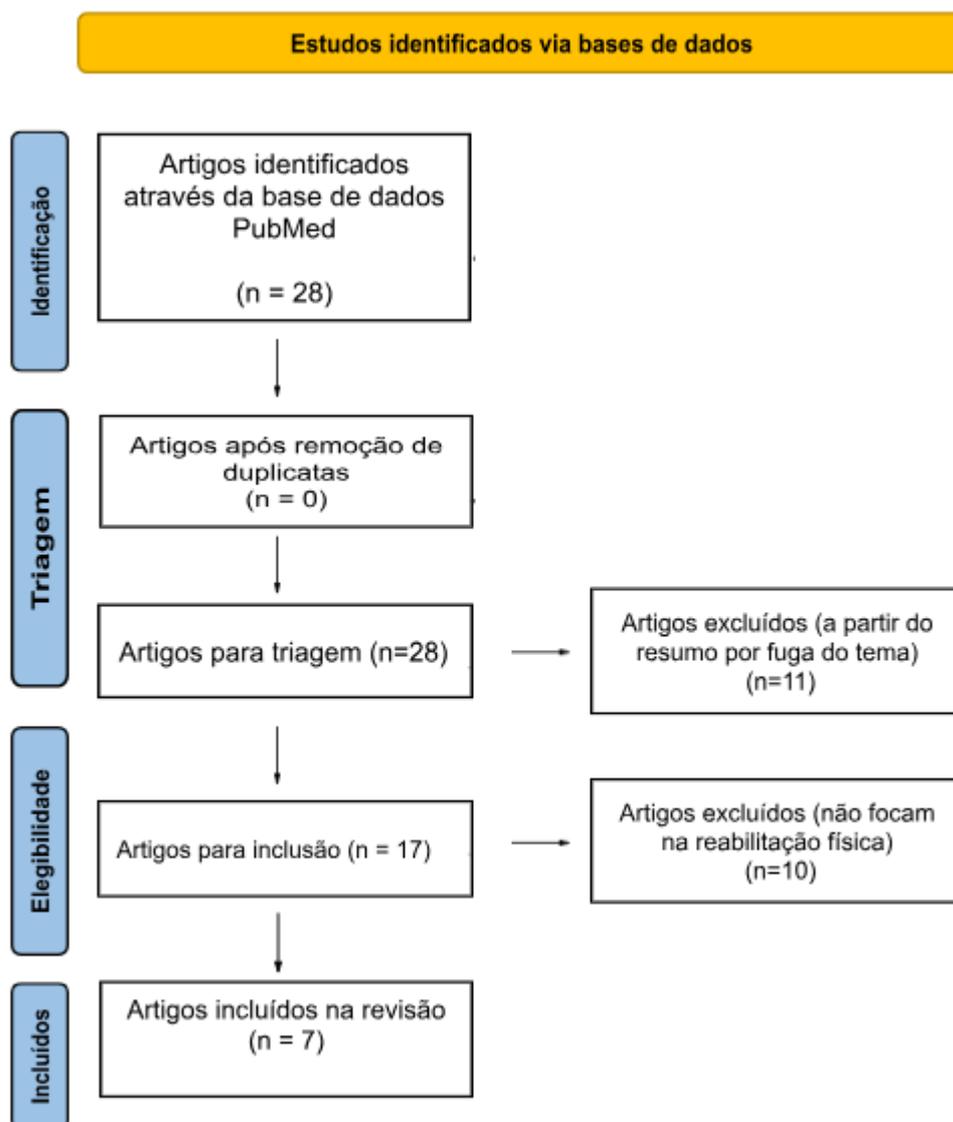


Figura 1 - fluxograma de triagem e elegibilidade dos artigos encontrados.

Os dados relevantes dos estudos incluídos foram extraídos utilizando um formulário padronizado, que incluiu informações sobre: características da revisão (autores, ano de publicação, objetivo), população estudada, intervenções de reabilitação física avaliadas, principais desfechos relacionados à PICS e à reabilitação, e principais conclusões



dos estudos. Os dados extraídos foram sintetizados de forma narrativa, buscando identificar padrões, lacunas e consistências na literatura sobre a reabilitação física da PICS.

Resultados

Inicialmente foram encontrados 28 artigos, após a leitura dos resumos, foram excluídos 17 artigos que não atendiam aos critérios de inclusão. Os sete artigos remanescentes, que somaram 9287 pacientes, foram avaliados para elegibilidade e posteriormente incluídos na revisão.

Os dados acerca dos artigos incluídos podem ser visualizados no Quadro 1.



Quadro 1. Resultados da busca de artigos de revisão sistemática que abordassem exercícios/mobilização em pacientes com PICS, com seus objetivos e principais conclusões.

Autor / Ano	Nº	Objetivo	Conclusão
Fuke, <i>et al</i> / 2018 ¹	590	Avaliar a eficácia da MP na prevenção da PICS em pacientes internados em UTI	A reabilitação precoce apresenta efeito limitado na prevenção da PICS, apesar de melhorar significativamente os desfechos físicos de curto prazo (pontuações do MRC, FAUTI). Não houve impacto significativo na função cognitiva, saúde mental ou mortalidade em pacientes críticos, sendo necessários ensaios randomizados controlados adicionais, rigorosos e em larga escala para confirmar os resultados.
Taito, <i>et al</i> / 2019 ⁸	1110	Determinar se a reabilitação física aprimorada após a alta da UTI melhora a função das AVD'S, a QV e a mortalidade entre pacientes que receberam VM na UTI.	A reabilitação física aprimorada após a alta da UTI faz pouca ou nenhuma diferença na QV ou na mortalidade entre pacientes que receberam VM na UTI. Estudos adicionais são necessários para determinar a eficácia da reabilitação aprimorada em populações selecionadas de sobreviventes da UTI.
Lai, <i>et al</i> / 2024 ⁹	548	Avaliar a eficácia das intervenções de eSaúde nos resultados da PICS.	O impacto das intervenções de eSaúde na função física foi misto. Enquanto Jackson <i>et al</i> ¹⁷ encontraram um efeito significativo na função física com telereabilitação multicomponente, Capin <i>et al</i> ¹⁸ não encontraram nenhum efeito significativo na função física com a intervenção de telefisioterapia.
Matsuoka, <i>et al</i> / 2023 ³	1301	Esclarecer os efeitos do início da reabilitação dentro de 72 horas da admissão na UTI	A MP parece ter melhorado a função muscular, as AVD'S e a QV sem aumentar a mortalidade ou eventos adversos.



Holod AF, Choi J, Tate J / 2023 ¹⁰	NR	Agregar e resumir os resultados de estudos focados na reabilitação pós-UTI, após doença crítica, realizada em ambiente domiciliar.	Alguns estudos não detectaram diferenças relevantes na função física ao término da pesquisa, o estudo de McDowell <i>et al</i> , apontou melhorias iniciais na função física e autoeficácia, mas que não persistiram em longo prazo. Em contrapartida, a intervenção de exercício simplificada de Shelly <i>et al</i> ²² , demonstrou impactos significativos na saúde física e mental (avaliados pelo SF-36) em um mês de acompanhamento. Além disso, o estudo de Vitacca <i>et al</i> , registrou uma melhora na função pulmonar nos grupos submetidos à intervenção. Dada a singularidade dos desafios enfrentados por pacientes pós-UTI, as intervenções domiciliares representam uma estratégia promissora para apoiar sua recuperação funcional, mas há necessidades de mais estudos para obter resultados mais concretos.
Geense, <i>et al</i> / 2019 ¹¹	5165	Avaliar a eficácia das intervenções não farmacológicas para prevenir ou mitigar os comprometimentos da PICS	A reabilitação física mostrou um impacto significativo no SF-36. Programas combinados de reabilitação cognitiva e física melhoram o desempenho cognitivo e funcional, porém exercícios e programas de reabilitação não foram associadas com diferenças na distância percorrida, força muscular, desempenho físico, equilíbrio ou consumo de oxigênio.
Shimizu, <i>et al</i> / 2024 ¹²	573	Avaliar a eficácia de programas de reabilitação aprimorados, como programas de reabilitação protocolados, que são mais intensos, frequentes ou mais longos do que o tratamento padrão.	A reabilitação aprimorada iniciada após a alta hospitalar pode ter diferença mínima ou nenhuma na pontuação do componente físico da SF-36 e no componente mental da QV em sobreviventes de cuidados intensivos.
<p>Nº: número de participantes; MP: Mobilização precoce; PICS: Síndrome pós cuidados intensivos; MRC: <i>medical research council</i>; FAUTI: Fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva; UTI: unidade de terapia intensiva; AVD: atividade de vida diária; QV: qualidade de vida; VM: ventilação mecânica; SF-36 Questionário de Qualidade de Vida -SF-36. NR: Não registrado;</p>			

A partir das revisões sistemáticas selecionadas, extraímos informações de seus artigos originais que estivessem disponíveis gratuitamente e que descrevessem a frequência, intensidade, tipo, tempo, volume e progressão (FITVP). Alguns dos estudos



estavam presentes em mais de um artigo de revisão, diante disso optou-se por não os apresentar para que não haja repetições nos resultados descritos no Quadro 2.



Quadro 2. Resultados dos FITTVP encontrado nos artigos disponíveis gratuitamente, utilizados nas revisões sistemáticas

Revisão sistemática	Artigos descritos	Frequência	Intensidade	Tipo	Tempo	Volume	Progressão
Fuke, et al / 2018 ¹	Morris, et al / 2016 ¹³	7 vezes por semana. E se apropriado, 3 sessões separadas de exercício por dia. Desde a internação, até a alta hospitalar.	A intensidade do exercício de força era monitorada registrando-se a cor da faixa elástica utilizada e o número de repetições e séries concluídas, com o objetivo de completar 3 séries de 8 repetições para cada exercício.	Mobilização passiva global. Fisioterapia baseada na função (mobilidade e, treino de equilíbrio e transferências) e treinamento de força.	Variável para cada paciente.	Pacientes sem resposta: 3 sessões de mobilização passiva. Pacientes com resposta: 3 sessões diárias com 1 sessão de mobilização passiva, 1 de fisioterapia e 1 de treinamento de força.	A progressão ocorria à medida que se tornavam mais alertas e capazes. No treinamento de exercício resistido progressivo, assim que o paciente conseguisse completar 3 séries de 8 repetições, a resistência era aumentada usando a próxima faixa elástica de resistência mais alta.
	Schweickert, et al / 2009 ¹⁴	7 vezes por semana. 48 horas do início do tratamento crítico, até a alta.	Pacientes com resposta: evolução de ativo-assistido para ativo e assim sucessivamente, até que ele retornasse a um nível anterior de função antes da internação ou tivesse alta.	Exercícios passivos, ativos, ativo-assistidos, atividades de mobilidade no leito, exercícios de equilíbrio sentado, AVD's e exercícios pré-marcha e caminhada	Variava para cada paciente.	Pacientes sem resposta: 10 repetições de mobilização passiva em cada articulação para todos os membros.	A progressão das atividades dependia da tolerância e estabilidade do paciente. MRC, força de preensão palmar, distância percorrida e Índice de Bartel, também foram utilizados como forma de avaliar a progressão.



Taito, et al / 2019 ⁸	Greening, et al / 2014 ¹⁶	6 semanas, iniciada dentro de 48 horas após a admissão. Após a alta, programa domiciliar não supervisionado, apoiado por teleconsultas.	Borg modificado (3-5) ou Borg (<13) Para os treinos de força Borg < 13.	Exercícios no leito, exercícios contra a gravidade (Oxford scale 3 a 5), treinamento de força e cardiovascular.	NR	3 séries de 8 repetições de 70% de 1 RM para força, volume do treino cardiovascular não registrado.	Se BORG <13 , progressão com aumento de 0,5 kg para MMSS e, se possível em equipamentos de academia para MMII.
Lai, et al / 2023 ⁹	Jackson, et al / 2012 ¹⁷	Após a alta, ao longo de 12 semanas com, 6 teleconsultas para reabilitação física/funcional.	Individualizada e graduada para cada paciente.	Adaptados individualmente para corresponder aos níveis do estado funcional e visaram principalmente a função e a resistência de MMII.	60-75 minutos	NR	Individualizada e graduada para cada paciente
	Capin, et al / 2022 ¹⁸	Pós alta hospitalar: 12 sessões individuais de telereabilitação, por 12 semanas (3 vezes por semana na 1ª semana, 2 vezes por semana na	Pesos de tornozelo e faixas de resistência para os exercícios. Treinamento de força de alta intensidade (máximo de 8 repetições) Técnicas de respiração (1-5	Técnicas de respiração, treinamento de força, exercícios aeróbicos e cardiovasculares, exercícios de	NR	NR	Treinamento de força: Máximo de 8 repetições visando incapacidade de completar outra repetição, na nona repetição (intervalo de 6 a 9 repetições) Aeróbico: baixa



		2 ^a - 4 ^a semana, 1 vez por semana na 5 ^a -6 ^a semana e 1 única sessão de visita de 'reforço' durante a 9 ^a ou 10 ^a semana).	vezes por dia durante 5–15 min. Exercícios aeróbicos (inclui resistência de baixa intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade). Alongamento: 2 a 3 séries de 30 s por segmento)	equilíbrio, atividades funcionais e alongamento.			intensidade: foco no aumento da duração. Alta intensidade: foco no aumento da intensidade (ritmo, resistência) e/ou número de intervalos curtos (variando de 10s a 3–5 min). Exercícios de equilíbrio: dificuldade alvo que atinge 50% a 80% de taxa de sucesso. Atividades funcionais: com base em sintomas, necessidades e objetivos.
Holod AF, Choi J, Tate J / 2023	Battle, et al / 2019 ¹⁹	2 vezes por semana por 6 semanas	Individualizada e graduada para cada paciente.	Cardiopulmonares, fortalecimento, exercícios de equilíbrio e exercícios globais e funcionais	60 minutos	Individualizada e graduada para cada paciente	Todos os exercícios progrediram ao longo das seis semanas de acordo com a capacidade individual do paciente, em vez de um protocolo pré-definido para progressão, de acordo com o número de séries ou repetições.
	Elliott, et al / 2011 ²⁰	5 vezes por semana, por 8 semanas	“Moderado” a “um pouco pesado” de acordo com a escala de Borg	Treinamento de força e caminhada	60 minutos	Individualizada e graduada para cada paciente	Individualizada e graduada para cada paciente

Shimizu, <i>et al</i> / 2024 ¹²	Batterham, <i>et al</i> / 2014 ²¹	2 a 3 vezes por semana (sendo uma não supervisionada) durante 8 semanas	Moderada, “pouco intensa” (Borg de 12 a 14)	Cicloergometro (exercício aeróbico)	NR	NR	A resistência do pedal foi aumentando progressivamente ao longo da intervenção.
	Shelly, <i>et al</i> / 2017 ²²	5 vezes por semana, por 4 semanas	“Moderado” a “um pouco pesado” de acordo com a escala de Borg	Exercícios respiratórios e de mobilidade	45 - 60 minutos	10 repetições, exercícios ativos livres	Individualizada e graduada para cada paciente
Geense, <i>et al</i> / 2024 ¹¹	Denehy, <i>et al</i> / 2013 ²³	5 vezes por semana por 6 semanas (posteriormente mais 6 semanas sem supervisão).	NR	Exercícios respiratórios, fortalecimento de MMII, MMSS, sedestação, treinamento de atividade funcional e deambulação.	50 minutos diários, divididos em 2 ou 3 sessões.	NR	A progressão foi ajustada para cada indivíduo.
	Connolly, <i>et al</i> / 2015 ²⁴	2 vezes por semana, por 8 semanas	Borg modificado (nível 3-5, moderado a severo).	Exercícios cardiovasculares, de força, de equilíbrio e exercícios funcionais.	40 minutos (sendo 15 minutos de aquecimento e relaxamento)	NR	Uso do princípio de RM para força (peso inicial, 80% 10 RM).

NR: não registrado no artigo; Borg: escala de percepção de esforço com pontuação de 6 a 13; Bog modificado: escala de percepção de esforço com pontuação de 0 a 10; MMSS: membros superiores; MMII: membros inferiores; RM: repetição máxima; Oxford scale: escala de força muscular de Oxford; AVD's: atividades de vida diária; Índice de Barthel: ferramenta utilizada para avaliar independência funcional.



Discussão

Por meio da nossa pesquisa, percebemos que há uma heterogeneidade dos achados sobre os efeitos da reabilitação física sobre a QV, força muscular e funcionalidade. Entretanto, identificamos que nas revisões sistemáticas elegíveis para esse estudo não havia o detalhamento do FITTVP, método de prescrição desenvolvido pela *American College of Sports Medicine (ACSM)*, que é reconhecida mundialmente como referência para recomendação da prescrição de exercícios. A descrição do método é crucial em estudos de avaliação da prescrição e eficácia dos exercícios físicos, para que, quando um protocolo se mostrar positivo, outros profissionais consigam replicá-los sem dúvidas e dificuldades²⁵.

Pela falta dessa informação, encontramos a necessidade de buscar de forma mais discriminada, dentro dos artigos originais incluídos nas revisões, essa descrição. Através dessa análise nos deparamos com a carência de dados, onde o método não foi descrito completamente, sem a especificação de todos os seus itens. Por exemplo, incluído na revisão de Holod¹⁰ e colaboradores, o estudo de Battle¹⁹ descreveu a intervenção com um grupo heterogêneo de indivíduos, onde descrevem que houve uma avaliação inicial personalizada, e que o programa de exercícios foi planejado e progredido de acordo com o desempenho de cada participante com base nos resultados da avaliação, mas não há detalhamento sobre o plano terapêutico, a forma de quantificar a intensidade e progressão, e isso se repete de forma semelhante em grande parte dos estudos nos quais buscamos o protocolo de intervenção utilizado.

Do conjunto de comprometimentos da PICS, o prejuízo físico é o mais comum e com maior potencial de gravidade. Além da FAUTI, distúrbios como miopatias, polineuropatias e neuromiopatias são condições que podem estar presente na vida dos indivíduos que necessitaram de cuidados intensivos²⁴. Outros aspectos podem ser



incluídos na PICS, como fadiga prolongada e dor crônica, que em conjunto com as barreiras sociais e psicológicas enfrentadas por esses pacientes, acabam dificultando o processo de recuperação após a internação, barreiras para retomar as suas atividades profissionais, sendo a ansiedade, depressão e déficits cognitivos, fatores que dificultam essa reintegração ao ambiente de trabalho, causando perda de emprego após o afastamento e a necessidade de mudar de ocupação. Conhecer o estado de saúde basal do paciente pré-internação é relevante, para prever riscos e melhorar estratégias de reabilitação, mas isso acaba sendo um desafio na prática, devido a falta de dados antes da internação, por isso, a maioria dos estudos conseguem realizar a prevalência de comprometimentos apenas após UTI⁴.

A atividade física por si só tem inúmeros efeitos positivos na saúde e QV de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS)²⁷. Em concordância, os estudos de Matsuoka³ e de Geense¹¹ identificaram esse benefício, porém no segundo não houve melhora da força muscular, desempenho físico e equilíbrio. Nos artigos originais de Denehy²³ e Connolly²⁴, usados para a revisão sistemática de Geense¹¹ não foi descrito o volume, e no primeiro não consta também a progressão. Nesse estudo, cabe a discussão sobre o protocolo de treinamento, se foi realizado com um FITTVP adequado, para que os indivíduos obtivessem resultados satisfatórios no ganho dos componentes descritos acima.

A mobilização precoce (MP) parece um caminho viável, pois não aumenta o número de eventos adversos nos pacientes, possui baixo custo e é efetiva para evitar e reduzir os danos causados³. A revisão sistemática com metanálise realizada por Fuke¹ demonstrou que a MP apesar de surtir pouco efeito de prevenção contra a PICS, possui um bom impacto físico, diminuindo a incidência de FAUTI e melhorando os scores de MRC, o mesmo resultado foi obtido por meio da revisão realizada por Matsuoka³. É válido ressaltar a importância da participação ativa do paciente durante a terapêutica para que



haja efeito real, para isso é necessário que a sedação esteja adequada (RASS de +1 a - 2), e que o paciente apresente sinais de que está acordado e colaborativo²⁶.

Os estudos incluídos nas revisões apresentaram heterogeneidade quanto ao início da intervenção e em seus protocolos. No estudo de Fuke e Matsuoka a reabilitação foi iniciada de maneira precoce, ainda durante a internação. Para Fuke¹, a reabilitação precoce teve efeitos limitados para prevenir a PICS, porém promoveu melhoras na função física a curto prazo, melhorando significativamente o MRC e reduzindo a FAUTI. No estudo de Matsuoka³, a reabilitação iniciada nas primeiras 72 horas se mostrou mais efetiva, melhorando a força muscular, a qualidade de vida e as AVDs, obtendo um prognóstico funcional mais positivo e podendo prevenir a PICS. Enquanto na revisão de Lai⁹, os estudos de Jackson¹⁷ e Capin¹⁸ iniciaram a reabilitação apenas após a alta hospitalar e de maneira online, e não houve concordância sobre os resultados, para Jackson houve um efeito significativo na função física, já para Capin¹⁸ não houve ganho na função física inicialmente, e a melhora observada após 3 meses foi correlacionada às atividades de vida diária. Os protocolos de tratamento variaram entre os estudos quanto à frequência, sendo de duas até sete vezes por semana, quanto à duração, que foi de no máximo 12 semanas e as intervenções foram similares, incluindo exercícios de força, aeróbicos e de mobilidade.

Shimizu¹² e Taito⁸, exploraram através de metanálise se a reabilitação aprimorada, que foi definida como sessões mais frequentes, mais intensas, ou com maior duração teria melhores desfechos quando comparada a reabilitação padrão. Nos resultados não foi observado diferenças significativas no componente físico, na qualidade de vida e na mortalidade entre os dois grupos, porém os artigos originais analisados tinham um nível de evidência baixa ou moderada, gerando resultados imprecisos. Nos artigos originais houve uma variedade no nível de supervisão das sessões¹², e segundo Corres²⁸ há uma redução significativa nos resultados quando a supervisão no treinamento é suspensa,



mostrando que sessões supervisionadas podem desempenhar um papel importante na adesão e na eficácia do tratamento.

Lai⁹, explora a utilização de eHealth para acompanhamento pós alta, onde essa forma promissora de telereabilitação, contou com altas taxas de adesão, de forma viável, porém com aceitabilidade variada, com a maioria das intervenções ocorridas apenas na fase inicial após a alta e com resultados ainda incertos a respeito da reabilitação física, sendo necessários estudos futuros, pois ainda existem poucas iniciativas estruturadas semelhantes à essa, que são focadas no indivíduo após a alta hospitalar.

Conclusão

Diante da pesquisa realizada para construção dessa revisão podemos identificar que, de maneira geral, a MP mostrou uma melhora na função física a curto prazo, na qualidade de vida e nas atividades de vida diária, porém não há consenso sobre a eficácia da MP para aumento da função física a longo prazo e prevenção da PICS. Além disso, foi identificado que muitos estudos falham em descrever detalhadamente a prescrição de exercícios (FITTPV), dificultando a replicação dos protocolos. Essa heterogeneidade nos resultados pode ter influenciado nos desfechos, mostrando a necessidade de novos estudos que destrincham melhor os métodos e protocolos de tratamento, a fim de aprimorar os resultados da recuperação física desses pacientes.

Referências

1. Fuke R, Hifumi T, Kondo Y, Hatakeyama J, Takei T, Yamakawa K, Inoue S, Nishida O. *Early rehabilitation to prevent postintensive care syndrome in patients with critical illness: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open.* 2018 May 5. doi: 10.1136/bmjopen-2017-019998.



2. Johanna Josepha Op't Hoog SA, Eskes AM, Johanna van Mersbergen-de Bruin MP, Pelgrim T, van der Hoeven H, Vermeulen H, Maria Vloet LC. *The effects of intensive care unit-initiated transitional care interventions on elements of post-intensive care syndrome: A systematic review and meta-analysis. Aust Crit Care.* 2022 May;35(3):309-320. doi: 10.1016/j.aucc.2021.04.010.
3. Matsuoka A, Yoshihiro S, Shida H, Aikawa G, Fujinami Y, Kawamura Y, Nakanishi N, Shimizu M, Watanabe S, Sugimoto K, Taito S, Inoue S. *Effects of Mobilization within 72 h of ICU Admission in Critically Ill Patients: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials.* J Clin Med. 2023 Sep 11;12(18):5888. doi: 10.3390/jcm12185888.
4. Hiser SL, Fatima A, Ali M, Needham DM. *Post-intensive care syndrome (PICS): recent updates. J Intensive Care.* 2023 May 23;11(1):23. doi: 10.1186/s40560-023-00670-7.
5. Ahmad MH, Teo SP. *Post-intensive Care Syndrome.* Ann Geriatr Med Res. 2021 Jun;25(2):72-78. doi: 10.4235/agmr.21.0048.
6. Renner C, Jeitziner MM, Albert M, Brinkmann S, Diserens K, Dzialowski I, Heidler MD, Lück M, Nusser-Müller-Busch R, Sandor PS, Schäfer A, Scheffler B, Wallesch C, Zimmermann G, Nydahl P. *Guideline on multimodal rehabilitation for patients with post-intensive care syndrome. Crit Care.* 2023 Jul 31;27(1):301. doi: 10.1186/s13054-023-04569-5.
7. Aquim EE, Bernardo WM, Buzzini RF, Azeredo NSG, Cunha LSD, Damasceno MCP, Deucher RAO, Duarte ACM, Librelato JT, Melo-Silva CA, Nemer SN, Silva SDFD, Verona C. *Brazilian Guidelines for Early Mobilization in Intensive Care Unit.* Rev Bras Ter Intensiva. 2019 Oct-Dec;31(4):434-443. doi: 10.5935/0103-507X.20190084.



8. Taito S, Yamauchi K, Tsujimoto Y, Banno M, Tsujimoto H, Kataoka Y. *Does enhanced physical rehabilitation following intensive care unit discharge improve outcomes in patients who received mechanical ventilation? A systematic review and meta-analysis.* BMJ Open. 2019 Jun 9;9(6):e026075. doi: 10.1136/bmjopen-2018-026075. PMID: 31182443; PMCID: PMC6561459.

9. Lai DJ, Liu Z, Johnston E, Dikomitis L, D'Oliveira T, Shergill S. *Exploring the effectiveness of eHealth interventions in treating Post Intensive Care Syndrome (PICS) outcomes: a systematic review.* Crit Care. 2024 Sep 27;28(1):317. doi: 10.1186/s13054-024-05089-6. PMID: 39334262; PMCID: PMC11428403.

10. Holod AF, Choi J, Tate J. *Optimizing recovery following critical illness: A systematic review of home-based interventions.* Home Health Care Manag Pract. 2023 May;35(2):140-149. doi: 10.1177/10848223221127440. Epub 2022 Oct 17. PMID: 39949398; PMCID: PMC11824921.

11. Geense WW, van den Boogaard M, van der Hoeven JG, Vermeulen H, Hannink G, Zegers M. *Nonpharmacologic Interventions to Prevent or Mitigate Adverse Long-Term Outcomes Among ICU Survivors: A Systematic Review and Meta-Analysis.* Crit Care Med. 2019 Nov;47(11):1607-1618. doi: 10.1097/CCM.0000000000003974. PMID: 31464769.

12. Shimizu M, Yoshihiro S, Watanabe S, Aikawa G, Fujinami Y, Kawamura Y, Matsuoka A, Nakanishi N, Shida H, Sugimoto K, Taito S, Inoue S. *Efficacy of Enhanced Rehabilitation Initiated After Hospital Discharge to Improve Quality of Life in Survivors of Critical Care: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials.* Cureus. 2024 Dec 5;16(12):e75184. doi: 10.7759/cureus.75184. PMID: 39759637; PMCID: PMC11700221.

13. Morris PE, Berry MJ, Files DC, Thompson JC, Hauser J, Flores L, Dhar S, Chmelo E, Lovato J, Case LD, Bakhru RN, Sarwal A, Parry SM, Campbell P, Mote A, Winkelman C, Hite RD,



Nicklas B, Chatterjee A, Young MP. Standardized Rehabilitation and Hospital Length of Stay Among Patients With Acute Respiratory Failure: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016 Jun 28;315(24):2694-702.

14. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, Spears L, Miller M, Franczyk M, Deprizio D, Schmidt GA, Bowman A, Barr R, McCallister KE, Hall JB, Kress JP. *Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial*. *Lancet*. 2009 May 30;373(9678):1874-82.

15. Connolly B, Thompson A, Douiri A, Moxham J, Hart N. *Exercise-based rehabilitation after hospital discharge for survivors of critical illness with intensive care unit-acquired weakness: A pilot feasibility trial*. *J Crit Care*. 2015 Jun;30(3):589-98.

16. Greening NJ, Williams JE, Hussain SF, Harvey-Dunstan TC, Bankart MJ, Chaplin EJ, Vincent EE, Chimera R, Morgan MD, Singh SJ, Steiner MC. *An early rehabilitation intervention to enhance recovery during hospital admission for an exacerbation of chronic respiratory disease: randomised controlled trial*. *BMJ*. 2014 Jul 8;349:g4315.

17. Jackson JC, Ely EW, Morey MC, Anderson VM, Denne LB, Clune J, Siebert CS, Archer KR, Torres R, Janz D, Schiro E, Jones J, Shintani AK, Levine B, Pun BT, Thompson J, Brummel NE, Hoenig H. *Cognitive and physical rehabilitation of intensive care unit survivors: results of the RETURN randomized controlled pilot investigation*. *Crit Care Med*. 2012 Apr;40(4):1088-97.

18. Capin JJ, Jolley SE, Morrow M, Connors M, Hare K, MaWhinney S, Nordon-Craft A, Rauzi M, Flynn S, Stevens-Lapsley JE, Erlandson KM. *Safety, feasibility and initial efficacy of an app-facilitated telerehabilitation (AFTER) programme for COVID-19 survivors: a pilot randomised study*. *BMJ Open*. 2022 Jul 26;12(7):e061285.



19. Battle, Ceri, et al. "Supervised Exercise Rehabilitation in Survivors of Critical Illness: A Randomised Controlled Trial." *Journal of the Intensive Care Society*, vol. 20, no. 1, 4 Apr. 2018, pp. 18–26, journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1751143718767061, <https://doi.org/10.1177/1751143718767061>. Accessed 10 Nov. 2019.
20. Elliott, Doug, et al. "Health-Related Quality of Life and Physical Recovery after a Critical Illness: A Multi-Centre Randomised Controlled Trial of a Home-Based Physical Rehabilitation Program." *Critical Care*, vol. 15, no. 3, 2011, p. R142, <https://doi.org/10.1186/cc10265>. Accessed 26 Apr. 2020.
21. Batterham AM, Bonner S, Wright J, Howell SJ, Hugill K, Danjoux G: *Effect of supervised aerobic exercise rehabilitation on physical fitness and quality-of-life in survivors of critical illness: an exploratory minimized*
22. Shelly AG, Prabhu NS, Jirange P, Kamath A, Vaishali K. *Quality of life improves with individualized home-based exercises in critical care survivors*. *Indian J Crit Care Med*. 2017;21(2):89–93. doi: 10.4103/ijccm.IJCCM_433_16
23. Denehy L, Skinner EH, Edbrooke L, et al: *Exercise rehabilitation for patients with critical illness: A randomized controlled trial with 12 months of follow-up*. *Crit Care* 2013; 17:R156
24. Inoue, Shigeaki, et al. "Post-Intensive Care Syndrome: Recent Advances and Future Directions." *Acute Medicine & Surgery*, vol. 11, no. 1, 1 Jan. 2024, <https://doi.org/10.1002/ams2.929>.
25. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição / *American College of Sports Medicine*; tradução Dilza Balteiro Pereira de Campos. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.



26. Rawal, Himanshu, and Rita N Bakhru. "How I Do It: Early Mobilization in the Intensive Care Unit." *CHEST Critical Care*, vol. 2, no. 1, 1 Dec. 2023, pp. 100038–100038, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949788423000382, <https://doi.org/10.1016/j.chstcc.2023.100038>.

27. World Health Organization. "Physical Activity." *World Health Organization*, 2024, www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity.

28. Corres P, Martinez Aguirre-Betolaza A, Fryer SM, Gorostegi-Anduaga I, Arratibel-Imaz I, Aispuru GR, Maldonado-Martín S. Long-Term Effects in the EXERDIET-HTA Study: Supervised Exercise Training vs. Physical Activity Advice. *Res Q Exerc Sport*. 2020 Jun;91(2):209-218. doi: 10.1080/02701367.2019.1656794. Epub 2019 Oct 24. PMID: 31647384.

Endereço para correspondência:

Giulliano Gardenghi

Email: coordenacao.cientifica@ceafi.edu.br