

Atuação do fisioterapeuta no desenvolvimento psicomotor de crianças com trissomia do 21

The role of the physiotherapist in the psychomotor development of children with trisomy 21

Renata Rodrigues Madi¹

Lorena Miranda Loreti²

RESUMO

A Trissomia do 21 (T21), também conhecida como Síndrome de Down, caracteriza-se por alterações genéticas que podem comprometer o desenvolvimento neuropsicomotor, ocasionando déficits motores, alterações de equilíbrio, hipotonia muscular e atraso na aquisição de habilidades funcionais. Nesse contexto, a fisioterapia desempenha papel fundamental na promoção do desenvolvimento motor e da independência funcional dessas crianças. O presente estudo teve como objetivo analisar e descrever o papel do fisioterapeuta no desenvolvimento psicomotor de crianças com T21, explorando como a intervenção fisioterapêutica, associada a estratégias pedagógicas e motoras, pode influenciar a plasticidade cerebral e promover melhorias significativas na força muscular, equilíbrio, coordenação motora e desempenho funcional. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada por meio de buscas nas bases de dados SciELO, LILACS, PubMed, PeDRO e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando descritores relacionados à fisioterapia, desenvolvimento infantil, psicomotricidade e Trissomia do 21. Foram incluídos estudos publicados entre 2015 e 2025, disponíveis na íntegra e relacionados à atuação fisioterapêutica em crianças de 0 a 14 anos com T21. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, 13 estudos compuseram a amostra final da revisão. Os resultados demonstraram que diferentes modalidades fisioterapêuticas, como Pilates, equoterapia, treinamento resistido, exercícios de estabilidade

¹Centro Universitário UNICORP FAAO

²Orientadora

de core, treino em esteira e estimulação precoce, promovem benefícios significativos no equilíbrio, força muscular, controle postural, coordenação motora e mobilidade funcional. Observou-se ainda que a intervenção precoce potencializa os ganhos motores e favorece a aquisição mais rápida de marcos do desenvolvimento, como a marcha independente. Além dos benefícios físicos, os estudos apontaram impactos positivos sobre aspectos emocionais, sociais e comunicativos, contribuindo para maior autonomia e qualidade de vida. Conclui-se que a fisioterapia exerce papel essencial no desenvolvimento psicomotor de crianças com Trissomia do 21, sendo indispensável para promover funcionalidade, independência e inclusão social, especialmente quando realizada de forma precoce, individualizada e integrada a estratégias lúdicas e pedagógicas.

Palavras chaves: Trissomia do 21; Síndrome de Down; Fisioterapia; Desenvolvimento Psicomotor; Criança

ABSTRACT

Trisomy 21 (T21), also known as Down syndrome, is characterized by genetic alterations that can compromise neuropsychomotor development, causing motor deficits, balance problems, muscle hypotonia, and delays in acquiring functional skills. In this context, physiotherapy plays a fundamental role in promoting motor development and functional independence in these children. This study aimed to analyze and describe the role of physiotherapists in the psychomotor development of children with T21, exploring how physiotherapeutic intervention, associated with pedagogical and motor strategies, can influence brain plasticity and promote significant improvements in muscle strength, balance, motor progression, and functional performance. This is an integrative literature review, conducted through searches in the SciELO, LILACS, PubMed, PeDRO, and Virtual Health Library (VHL) databases, using descriptors related to physiotherapy, child development, psychomotor skills, and Down Syndrome (Trisomy 21). Studies published between 2015 and 2025, available in full text and related to physiotherapy intervention in children aged 0 to 14 years with Down Syndrome (T21), were included. After applying the eligibility criteria, 13 studies were selected, representing the final sample of the review. The results demonstrated that different physiotherapy modalities, such as Pilates, equine therapy, resistance training, core stability exercises, stimulation training, and early intervention, promote beneficial improvements in balance, muscle strength, postural control, motor coordination, and functional mobility. It was also observed that early intervention enhances motor gains for a faster acquisition of

developmental milestones, such as independent walking. In addition to physical benefits, studies have shown positive impacts on emotional, social, and communicative aspects, contributing to greater autonomy and quality of life. It is concluded that physiotherapy plays an essential role in the psychomotor development of children with Down syndrome (Trisomy 21), being indispensable for promoting functionality, independence, and social inclusion, especially when performed early, individually, and integrated with playful and educational strategies.

Keywords: Trisomy 21; Down Syndrome; Physiotherapy; Psychomotor Development; Child.

1 INTRODUÇÃO

A Síndrome de Down é uma condição genética caracterizada por uma mudança na distribuição dos cromossomos nas células, apresentando, na maioria dos casos, um cromossomo extra no par 21. Nesta perspectiva, atualmente há uma preferência pela utilização da denominação Trissomia do Cromossomo 21 (T21) (Silva et al., 2024; Coêlho et al., 2025).

A incidência global é de um em cada 1.000 nascidos vivos e no Brasil, de um em cada 700 nascidos vivos (Silva et al., 2024; Coêlho et al., 2025). Indivíduos com T21 possuem características orais e craniofaciais específicas (Kaczorowska et al., 2019; Lisboa et al., 2020), apresentando maior probabilidade de desenvolver doenças cardíacas, distúrbios respiratórios e leucemia (Kaczorowska et al., 2019; Mustacchi; Peres, 2000).

Diferentes estudos foram conduzidos para elucidar as características clínicas, genéticas e celulares da T21 (Antonarakis et al., 2020; Zampieri; Costa, 2022; Abukhaled et al., 2024). Esses estudos foram auxiliados pelo desenvolvimento de modelos em animais (Kazuki et al., 2022) e avanços em técnicas de diagnóstico pré-natal, como testes genéticos pré-implantação para aneuploidia (Dahdouh, 2021); entretanto apesar desses avanços significativos, ainda existe uma escassez relativa de pesquisas que abordem a causa fundamental da Trissomia do Cromossomo 21 (Dahdouh, 2021).

Crianças com Síndrome de Down apresentam diversas disfunções neurológicas que podem ocasionar uma variedade de problemas que afetam a qualidade de vida, tais como comprometimento cognitivo, déficits psicossociais, atrasos motores grosseiros e anomalias envolvendo os sistemas respiratório, cardiovascular, endócrino, gastrointestinal, hematológico, imunológico, musculoesquelético e geniturinário (Fank et al., 2015; Arumugamet al., 2016; Baburamani et al., 2019; Filder et al., 2019).

A primeira infância é uma fase crítica no desenvolvimento infantil, visto que diversas habilidades nos aspectos cognitivo, motor, linguístico, social e emocional, que permitem às crianças interagir com o ambiente, desenvolvem-se nesse período. O atraso no desenvolvimento motor é particularmente importante, pois pode causar atraso na aquisição das demais áreas citadas (Ruiz-González et al., 2019; Winders et al., 2019; Paul et al., 2019). Em crianças com T21, a hipotonia, hiperflexibilidade, força muscular reduzida, déficits proprioceptivos e vestibulares, frouxidão ligamentar e os problemas de equilíbrio e coordenação geram atrasos no desenvolvimento motor (Dupre et al., 2017; Winders et al., 2019), causando, portanto, lentidão de movimento e tempos de reação mais longos, dificuldade de equilíbrio e postura, e sinergias motoras variáveis que persistem ao longo da vida adulta (Palisano et al., 2001). Crianças com SD aprendem a andar e muitas outras habilidades básicas mais tarde do que seus pares com desenvolvimento típico. Isso, por sua vez, afeta sua capacidade de participar de atividades em casa, na escola, sociais e comunitárias (Vicari, 2006).

A integração de uma variedade de informações biomecânicas, motoras e sensoriais é necessária para o desenvolvimento do equilíbrio (Lengkana et al., 2019), que é a capacidade de manter o corpo estável e controlado, seja parado ou em movimento. Essa condição preservada é essencial para realizar movimentos ou tarefas motoras necessárias na vida diária. A literatura científica documentou que crianças com T21 são caracterizadas por apresentar deficiência nestes aspectos, no feedback proprioceptivo (Jafri et al., 2020) e nas habilidades motoras grosseiras quando comparadas a crianças com desenvolvimento típico, ocasionando assim sérias limitações funcionais que resultam em restrições de atividade e participação, o que pode afetar negativamente suas qualidades de vida, portanto, representando uma questão fundamental (Maiano et al., 2019) a ser trabalhada. A título de comparação, a idade média e a faixa etária para o início da marcha em crianças típicas são, respectivamente, 13 meses e 9–17 meses, enquanto em crianças com T21 são 24 meses e 14–42 meses (Frank et al., 2019).

Como foi demonstrado que o exercício e a atividade física aumentam a força muscular e as habilidades motoras, tanto em crianças com necessidades especiais no desenvolvimento motor quanto em crianças com desenvolvimento saudável, a relevância deste estudo fundamenta-se na necessidade de compreender de que maneira a intervenção fisioterapêutica pode influenciar positivamente os processos de neuroplasticidade, especialmente em contextos que envolvem atrasos ou alterações no desenvolvimento psicomotor. Nesse sentido, a atuação fisioterapêutica precoce torna-se fundamental, uma vez que possibilita a

identificação e a correção de desvios no desenvolvimento, além de estimular a aquisição de marcos motores importantes, como se sentar, engatinhar e caminhar.

Para tal, os programas de fisioterapia devem ter como objetivo o desenvolvimento de habilidades motoras básicas, como andar, equilibrar-se e pular, bem como a prevenção de complicações futuras (Dupre et al., 2017; Hardee et al., 2017; Ruiz-González et al., 2019). Paralelamente, a aplicação de técnicas fisioterapêuticas específicas contribui para compensar características como a frouxidão ligamentar, favorecendo o fortalecimento muscular e promovendo melhorias significativas na estabilidade, no equilíbrio e na coordenação motora.

No caso de indivíduos com T21, a **criatividade** motora assume um papel relevante no processo de desenvolvimento, funcionando como um mecanismo de adaptação que permite à criança superar limitações decorrentes da hipotonia e da menor velocidade de processamento neurofisiológico.

Dessa forma, ao estimular a autonomia, o pensamento crítico e a exploração de diferentes estratégias de movimento, a intervenção fisioterapêutica contribui não apenas para o aprimoramento das capacidades funcionais, mas também para a promoção da independência e da inclusão social, favorecendo a construção de uma vida mais autônoma, participativa e preparada para os desafios de uma sociedade inclusiva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar e descrever o papel do fisioterapeuta no desenvolvimento psicomotor de crianças com Trissomia do 21.

2.2 Objetivo Específico

Explorar como a intervenção fisioterapêutica, aliada a estratégias pedagógicas motoras, pode influenciar a plasticidade cerebral, promovendo melhorias significativas na força, no equilíbrio e no desempenho funcional, garantindo assim uma vida mais independente e harmoniosa.

3 MÉTODOS

Esta pesquisa consistiu em uma revisão integrativa da literatura, conduzida por meio das seguintes etapas: formulação da questão orientadora, busca e seleção dos estudos primários, avaliação crítica dos materiais selecionados, análise das informações obtidas e, por

fim, apresentação dos resultados da revisão. A questão norteadora definida para conduzir esta revisão integrativa foi: “Qual o papel do fisioterapeuta no desenvolvimento psicomotor de crianças com Trissomia do 21?”

Foram realizadas buscas nos portais eletrônicos da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Medline/PubMED, Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Physiotherapy Evidence Database* (PeDRO) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO).

Como estratégia de delimitação dos parâmetros de busca, foram utilizados os Descritores em Ciências da Saúde (DeSC): “Psicomotor”; “Trissomia do 21”; “Fisioterapia” “Criança” e “Desenvolvimento Infantil” no idioma português. Na língua inglesa foram empregados os Medical Subject Headings (MeSH): “*Psychomotor*”; “*Trisomy 21*”; “*Physiotherapy*”; “*Child*” e “*Child Development*”. Foram utilizados estudos clínicos, relatos clínicos, estudos observacionais, estudos randomizados e controlados e revisões sistemáticas publicados nos últimos entre 2015 e 2025.

Os critérios de inclusão adotado foram os seguintes: estudos publicados em revistas científicas dentro do espaço temporal estabelecido, disponíveis integralmente nos idiomas estabelecidos, que abordem a temática de interesse da pesquisa e que descrevessem os resultados referentes à fisioterapia no desenvolvimento psicomotor em crianças entre 0 e 14 anos. Como critério de exclusão, foram adotadas as seguintes premissas: artigos que não condizem com o tema e objetivo proposto, trabalhos sem resumos disponibilizados as bases de dados, monografias, dissertações ou teses, artigos fora do espaço temporal estabelecido e estudos com adultos.

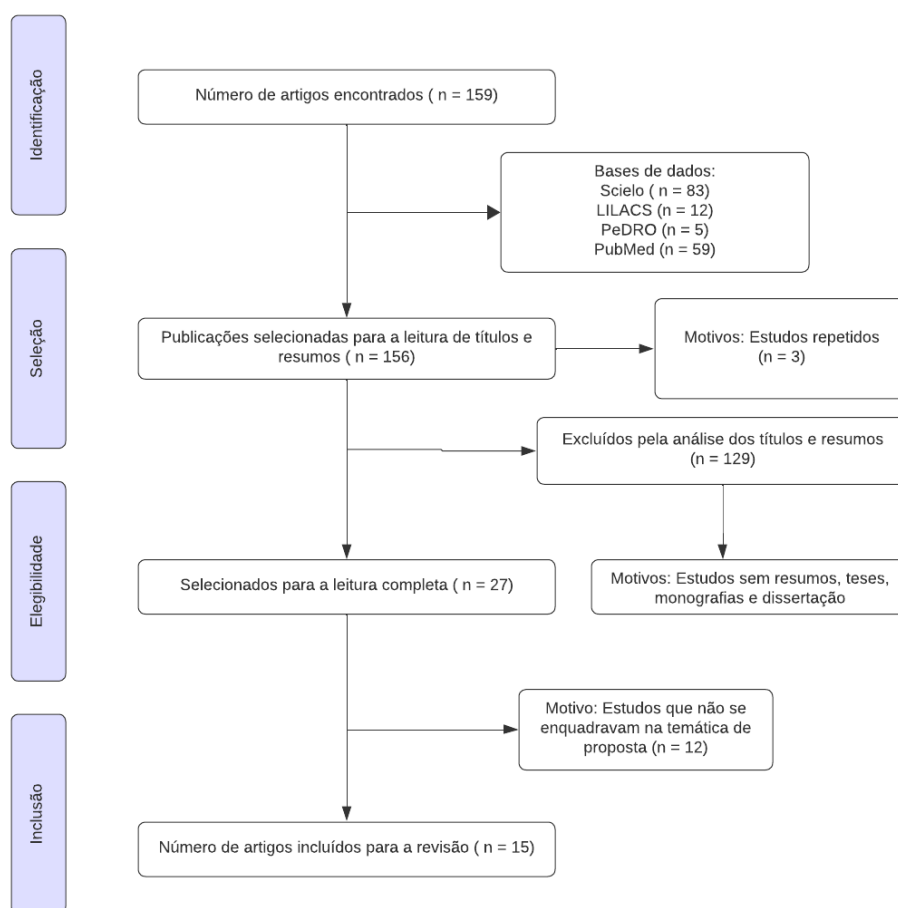
Foram percorridas as seguintes etapas para a elaboração deste trabalho: identificação do problema, busca dos artigos, avaliação e análise dos dados e síntese e apresentação dos resultados. A coleta dos dados referentes à caracterização dos estudos foi realizada por meio de planilha eletrônica adaptada para extração de informações, no qual foram registradas as seguintes variáveis: título, autores, ano de publicação, país, nome do periódico, objetivo da pesquisa, tipo de estudo e principais achados. A análise dos dados foi efetuada de modo qualitativo, enquanto a síntese das informações ocorreu de forma descritiva. Os resultados obtidos foram apresentados em quadros, nos quais os estudos foram organizados e caracterizados conforme as variáveis de interesse extraídas.

4 RESULTADOS

A busca realizada nas bases de dados resultou em 159 publicações, das quais 3 foram eliminadas por se tratar de estudos duplicados. Assim, 156 artigos foram submetidos à análise dos títulos e resumos. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 100 estudos foram excluídos pela análise do título e 29 pela análise do resumo, pois não atendiam à pergunta de pesquisa.

Dos 27 artigos selecionados para a leitura completa, 12 foram descartados por não se enquadrarem na temática de interesse. Ao final da busca, 15 estudos foram selecionados para compor a amostra. Na Figura 1, encontra-se o fluxograma da etapa de seleção dos estudos primários incluídos nesta revisão.

Figura 1 - Fluxograma esquemático da seleção dos estudos.



Do total de artigos selecionados, 6 (46,15%) foram obtidos na base de dados da SciELO, 4 artigos (30,77%) na base de dados LILACS, 3 (23,08%) base de dados MedLINE e nenhum estudo escolhido na PeDRO (Figura 2). Considerando o ano de divulgação dos

artigos, 4 artigos (30,77%) foram publicados em 2022, 4 em 2019 (30,77%), 2 em 2024 (15,38%) e 1 em 2023, 2020, 2018 e 2017 (7,39%) respectivamente (Figura 3).

Figura 2 – Relação das fontes de pesquisa selecionadas

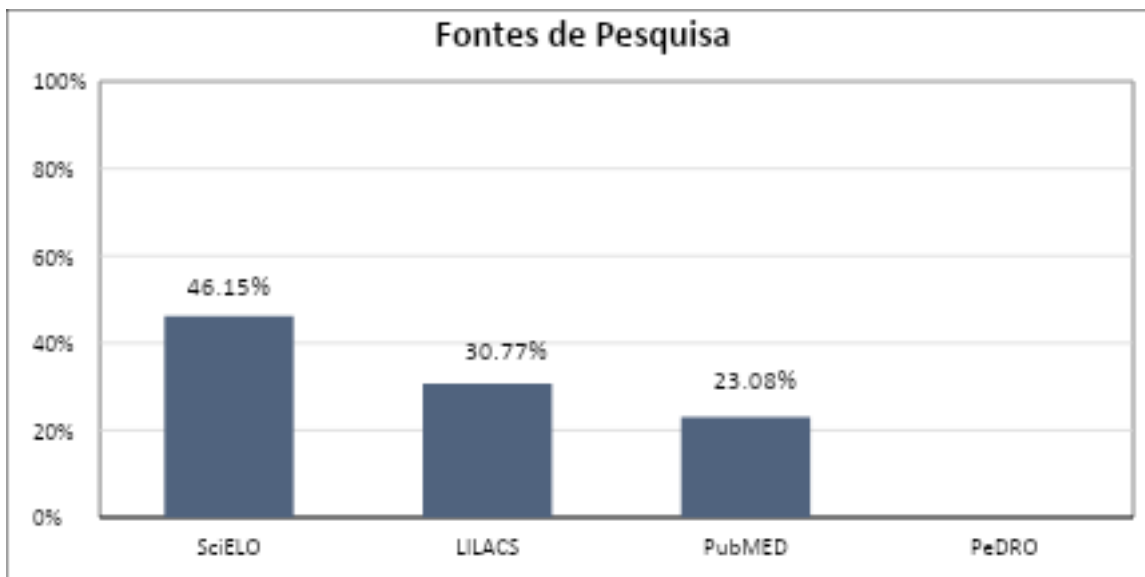
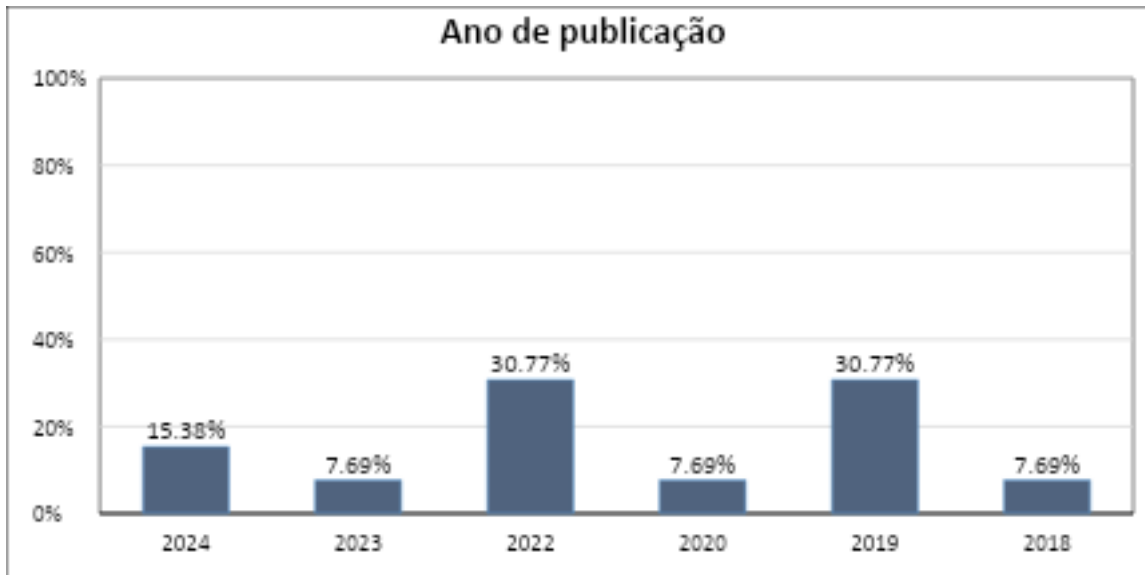


Figura 3 – Relação do ano de publicação dos artigos



A síntese descritiva dos estudos primários conforme autoria, ano de publicação, objetivo, método e conclusão é apresentada no Quadro 1.

Quadro 2 - Síntese dos estudos selecionados.

Autor / ano	Desenho metodológico	Tipo de intervenção	Principais variáveis	Resultados
Silva et al. (2024)	Estudo transversal com crianças de 3 a 5 anos de idade (n = 38)	Análise da capacidade de mobilidade	mTUG; MEEM	Este estudo verificou que crianças com T21 tiveram desempenho pior do que seus pares em testes de mobilidade, apresentando menor velocidade de marcha e demorando mais para completar o teste Mtug
Al-Nemr e Reffat (2024)	Estudo transversal, analítico e observacional com crianças entre 8 e 10 anos (n = 40)	O GC seguiu um cronograma de fisioterapia desenvolvido par acrianças com T21. O GE recebeu exercício de Pilates de 45 min por sessão	BBSD BOT-2 / BOT-3; PedsQL	A inclusão de exercícios de Pilates no programa de fisioterapia pode proporcionar melhorias mais significativas no equilíbrio, na coordenação motora ampla e na qualidade de vida de crianças com T21
Kaya et al. (2023)	Estudo prospectivo, controlado e randomizado com crianças entre 4 e 14 anos (n = 34)	GC: Exercícios de equilíbrio em casa, 3x por semana, durante 6 semanas. GC: Além dos exercícios do GE, programa de hipoterapia, 1x por semana, durante 6 semanas	EEP; TC6M; WeeFIM (versão pediátrica da MIF)	A hipoterapia é uma abordagem segura e eficaz para promover a melhoria da independência funcional em crianças com síndrome de Down
Azab et al. (2022)	Estudo transversal, controlado e randomizado com crianças entre 7 e 9 anos (n = 32)	GC: fisioterapia padrão; GE: Fisioterapia padrão em conjunto com treinamento de ciclo alongamento-encurtamento (TAE)	FM (MS/MI); Estabilidade postural	Exercícios de TAE em trampolim provavelmente são eficazes para melhorar a força muscular e o controle postural em crianças com T21 e, consequentemente, devem ser incluídas nos programas de reabilitação para essas crianças.
Arslan et al. (2022)	Estudo transversal, analítico e observacional com crianças entre 6 e 42 meses (n = 58)	Programas de fisioterapia administrados 2x por semana, com sessões de 45 minutos	Escala Bayley III	A fisioterapia tem um efeito positivo no desenvolvimento da motricidade ampla e fina em crianças com T21
Teixeira et al. (2022)	Revisão integrativa de caráter descritivo	Intervenção fisioterapêutica precoce e estimulação motora	Desenvolvimento neuropsicomotor, Motricidade (grossa e fina); Equilíbrio; Postura	A estimulação precoce nos primeiros meses de vida melhora significativamente o desenvolvimento motor, a coordenação e o fortalecimento do vínculo familiar

Rodriguez-Grande et al (2022)	Revisão Sistemática com crianças entre 0 e 3 anos	O estudo incluiu todas as intervenções terapêuticas devidamente aplicadas e exercícios físicos sistematicamente planejados com parâmetros de prescrição específicos em termos de intensidade e frequência e duração.	Marcha; Equilíbrio; Desenvolvimento motor; Habilidades motoras finas; Funções executiva	A terapia com exercícios aeróbicos tem um papel potencialmente eficaz na promoção da marcha e do desenvolvimento motor de crianças com T21.
Proença et al (2020)	Revisão da literatura	Equoterapia	Desenvolvimento motor	A equoterapia exerce um impacto positivo sobre a melhora do desenvolvimento motor de crianças com SD. Decorrente do estímulo de diversos sistemas, como proprioceptivo, somatossensorial, vestibular e visual, desencadeando assim, em uma melhora geral do equilíbrio.
Ruiz-González et al. (2019)	Revisão Sistemática e Meta-análise de Ensaios Clínicos Controlados Aleatorizados	Diversas modalidades de Fisioterapia (treinamento de força, equilíbrio).	FM (MS/MI); Equilíbrio (oscilações mediolaterais)	Melhora significativa na força de membros superiores e inferiores, redução de oscilações no equilíbrio.

Alsakhawi e Alshafey (2019)	Estudo transversal e observacional com crianças entre 4 e 6 anos divididos em três grupos (n = 45)	Grupo A (GA): intervenções tradicionais de fisioterapia para melhorar o equilíbrio. Grupo B: As mesmas intervenções do GA, além de treinamento com exercícios de estabilização do core. Grupo C: As mesmas intervenções do GA, em conjunto com um programa de exercícios em esteira	EEB	O treinamento de estabilidade do core e em esteira melhorou o equilíbrio em crianças T21 e deve ser aplicado em conjunto com programas de fisioterapia.
Fernandes et al (2019)	Revisão bibliográfica	Equoterapia	DM	A equoterapia possui inúmeros efeitos benéficos na estimulação de crianças com SD, e se não houver contraindicação, deve ser levada em consideração como mais um recurso utilizado durante o tratamento
Chagas et al. (2019)	Estudo transversal com crianças entre 2 e 5 anos (n = 20)	Análise da capacidade de mobilidade	Distribuição da pressão plantar em diferentes posturas; SAPO	Existem diferenças na avaliação da distribuição da pressão plantar em postura ortostática entre o baropodômetro e o SAPO. Os instrumentos devem ser utilizados de forma complementar, uma vez que mensuram diferentes aspectos do alinhamento do pé
Jackson-Maldonado (2019)	Estudo clínico controlado com crianças entre 4 e 7 anos	Terapia de Linguagem Tradicional e Equoterapia	CDI-Down M3L S-PLS5 ROWPVT-SBE	O estudo sugere que a equoterapia é um complemento positivo à terapia tradicional, acelerando o desenvolvimento de habilidades expressivas em crianças com SD
Leite et al. (2018)	Estudo transversal com crianças entre 8 e 12 anos (n = 21)	Análise da capacidade de mobilidade e equilíbrio	EEB; EEP; TA	A promoção de estímulos ao desenvolvimento motor da criança com T21, portanto, com ênfase na aquisição e melhora do controle postural, é fundamental.
Costa et al (2017)	Estudo observacional, analítico e transversal com crianças entre 6-14 portadoras de T21. (n = 41)	GE: (n=20) Praticantes de equoterapia GC: (n=21) Não praticantes de equoterapia	MQT KTK	Houve uma forte correlação positiva entre o tempo de prática de equoterapia e as melhorias no equilíbrio, saltos e coordenação total. Ou seja, quanto mais tempo de prática, melhores os resultados

Legenda: GE = Grupo Experimental; GC = Grupo Controle; mTUG = Timed up and go modificado; MEEM = Miniexame do Estado Mental; M3L = Extensão do Enunciado; S-PLS5 = Escala de Linguagem Pré-escolar-5; ROWPVT-SBE; Teste de Vocabulário de Imagens de Uma Palavra Receptiva; EEB = Escala de Equilíbrio de Berg; EEP = Escala de Equilíbrio Pediátrica; TA = Teste de Alcance; SAPO = Avaliação Postura;

Desenvolvimento motor; FM = Força muscular; BOT-2 / BOT-3 Escala de Proficiência Motora de Bruininks-Oseretsky; PedsQL = Pediatric Quality of Life Inventory; *Biodex Balance System SD*; EEP = Escala de Equilíbrio Pediátrica; TCM6 = Teste de Caminhada Cronometrada; WeeFIM = Medida de Independência Funcional para Crianças; MIF = Medida de Independência Funcional; Quociente Motor Total = MQT; KTK = Körperkoordinations test für Kinder;

5 DISCUSSÃO

A intervenção fisioterapêutica associada a estratégias pedagógicas e motoras tem demonstrado importante contribuição para o desenvolvimento global de crianças com SD, sobretudo no que se refere à aquisição de habilidades motoras, melhora funcional e promoção da independência. Os achados da presente revisão evidenciam que a plasticidade cerebral desempenha papel central nesse processo, uma vez que a estimulação motora contínua favorece adaptações neurais capazes de minimizar atrasos no desenvolvimento neuropsicomotor e potencializar a funcionalidade da criança.

Um aspecto amplamente discutido nos estudos refere-se à melhora da força muscular, do equilíbrio e do controle postural após a aplicação de programas específicos de intervenção fisioterapêutica. Crianças com SD frequentemente apresentam déficits nessas habilidades em decorrência da hipotonia muscular e da frouxidão ligamentar.

Nesse contexto, intervenções que envolvem aprendizagem motora, como a equoterapia, destacam-se por estimular a neuroplasticidade por meio de constantes estímulos ao Sistema Nervoso Central (Fernandes et al., 2019). O movimento rítmico, tridimensional e repetitivo do cavalo exige ajustes tônicos e posturais contínuos, promovendo intenso estímulo proprioceptivo e favorecendo novas reorganizações neurais (Fernandes et al., 2019; Proença et al., 2020). Além disso, a repetição de padrões motores em ambientes dinâmicos contribui para a organização cerebral e para o fortalecimento da conectividade entre os hemisférios cerebrais, fatores essenciais para o desenvolvimento motor, cognitivo e social da criança com SD (Jackson-Maldonado et al., 2019).

Nesse sentido, a hipoterapia, que é uma modalidade da equoterapia, promove deslocamentos constantes do centro de gravidade, exigindo reações de retificação e ajustes posturais contínuos para manutenção do equilíbrio estático e dinâmico, favorecendo o fortalecimento da musculatura do tronco e dos membros inferiores, além de benefícios relacionados ao controle postural e à coordenação motora global (Costa et al., 2017; Fernandes et al., 2019; Proença et al., 2020). Soma-se a isso, a prática da equoterapia auxilia no fortalecimento da musculatura respiratória inspiratória e expiratória, reduzindo riscos de complicações respiratórias futuras (Costa et al., 2017).

Os resultados também demonstram que diferentes modalidades fisioterapêuticas são eficazes na melhora da força muscular, aspecto frequentemente comprometido nessa população devido à hipotonia característica da síndrome. Programas de exercícios resistidos e pliométricos promovem aumento significativo da força muscular em membros superiores e inferiores (Ruiz-González et al., 2019). Em consonância com esses achados, exercícios realizados em trampolim, por meio do ciclo de alongamento e encurtamento muscular, favorecem o fortalecimento dos músculos extensores e flexores de quadril, joelho e tornozelo (Azab et al., 2022).

O método Pilates surge como uma outra boa opção de tratamento, pois envolve movimentos que ativam os elementos neuromusculares, causando mudanças estruturais e funcionais no equilíbrio corporal, enfatizando o controle da posição e do movimento do corpo (Wells et al., 2019) e pode ser usado para todas as faixas etárias, combinando exercícios de coordenação, alongamento e fortalecimento com treinamento respiratório rítmico (Surbala et al., 2014). Portanto, por apresentar resultados relevantes, especialmente no fortalecimento da musculatura estabilizadora do tronco (core), contribui para maior estabilidade postural, alinhamento corporal e melhora da força de membros inferiores; demonstrando ganhos significativos no equilíbrio dinâmico, na estabilidade corporal e na coordenação motora grossa (Al-Nemr; Reffat, 2024; Alsakhawi; Elshafey, 2019). Este método é baseado em seis princípios fundamentais: flexibilidade, respiração, controle, centralização, concentração e precisão (Wells et al., 2019), podendo melhorar a estabilidade da coluna vertebral, a força muscular e a flexibilidade da pelve e das articulações do quadril (Moon et al., 2015).

Exercícios voltados à estabilidade lombo-pélvica e ao treinamento em esteira também apresentaram efeitos positivos sobre o equilíbrio funcional e os índices de estabilidade postural em crianças com SD. Além disso, terapias vibratórias de corpo inteiro vêm demonstrando resultados positivos na redução das oscilações mediolaterais do centro de gravidade, favorecendo maior estabilidade postural e controle motor (Ruiz-González et al., 2019). O treinamento em esteira ergométrica, por exemplo, contribui para a redução do atraso na aquisição da marcha independente, favorecendo maior autonomia funcional (Rodríguez-Grande, 2022; Alsakhawi; Elshafey, 2019). Ademais, fatores como função cognitiva e idade de aquisição da marcha demonstram influência direta sobre a velocidade da caminhada e a mobilidade funcional em crianças pré-escolares com SD (Silva et al., 2024).

Outro aspecto amplamente discutido nos estudos refere-se à eficácia da intervenção precoce. No que diz respeito ao desempenho funcional e à mobilidade, os estudos analisados reforçam a importância da estimulação precoce no desenvolvimento motor de crianças com

SD. Programas fisioterapêuticos iniciados antes do primeiro ano de vida apresentam melhores resultados na aquisição de habilidades motoras grossas e finas quando comparados às intervenções tardias (Arslan et al., 2022; Teixeira et al., 2023). Observou-se consenso entre os autores sobre a importância do início da fisioterapia nos primeiros meses de vida, considerando que a estimulação precoce favorece a aceleração dos marcos do desenvolvimento motor. Arslan et al. (2022) verificaram que crianças submetidas a programas fisioterapêuticos antes do primeiro ano de vida apresentaram escores motores significativamente superiores em comparação àquelas que iniciaram o tratamento de forma tardia. De maneira semelhante, Okada et al. (2019) e Rodríguez-Grande (2022) identificaram que a reabilitação motora precoce contribui diretamente para a antecipação da marcha independente, reduzindo atrasos motores característicos da SD.

Além dos benefícios motores, os estudos demonstram que a estimulação precoce exerce influência positiva sobre o desenvolvimento global da criança. Teixeira et al. (2023) ressaltam que a participação ativa dos pais nas intervenções favorece não apenas o desenvolvimento neuropsicomotor, mas também o fortalecimento do vínculo familiar e o estímulo contínuo no ambiente domiciliar, potencializando os resultados terapêuticos.

Os achados também evidenciam relação direta entre melhora motora, independência funcional e qualidade de vida. Kaya et al. (2023) observaram que a hipoterapia, quando utilizada como terapia integrativa associada à fisioterapia convencional, mostrou-se mais eficaz para aumentar a independência funcional em atividades relacionadas ao autocuidado e à mobilidade quando comparada à fisioterapia isolada. Esses resultados reforçam a importância de intervenções que priorizem não apenas o desempenho motor, mas também a funcionalidade e a participação ativa da criança nas atividades de vida diária.

Do ponto de vista psicoemocional, os estudos apontam que intervenções lúdicas e motoras promovem benefícios importantes relacionados à autoestima, autoconfiança e percepção corporal. Tanto o Pilates quanto a equoterapia foram associados ao aumento da motivação durante as sessões terapêuticas, além da redução de ansiedade e melhora do comportamento social (Al-Nemr; Reffat, 2024; Fernandes et al., 2019). Tais aspectos são particularmente relevantes, uma vez que o desenvolvimento emocional e social influencia diretamente a adesão ao tratamento e a interação da criança com o meio em que está inserida.

Alguns estudos ainda destacam que os benefícios das intervenções fisioterapêuticas ultrapassam os aspectos exclusivamente motores, refletindo também em habilidades comunicativas e sociais. Jackson-Maldonado et al. (2019) verificaram que o estímulo motor global associado ao ambiente interativo proporcionado pela hipoterapia favoreceu o aumento

do vocabulário e da extensão de frases em crianças com SD, apresentando resultados superiores aos observados em terapias de linguagem realizadas de forma isolada. Da mesma forma, Fernandes et al. (2019) relatam que o contato com o animal e o ambiente natural durante a equoterapia contribui para a redução da ansiedade, melhora da interação social e ampliação da comunicação verbal e não verbal, favorecendo maior participação social da criança.

Os resultados encontrados nos estudos analisados demonstram convergência quanto aos benefícios proporcionados pelas diferentes modalidades fisioterapêuticas e estratégias motoras aplicadas em crianças com T21. De modo geral, os autores evidenciam que intervenções voltadas ao fortalecimento muscular, ao equilíbrio postural, à estimulação precoce e à funcionalidade promovem impactos positivos no desenvolvimento neuropsicomotor, na independência funcional e na qualidade de vida dessa população.

Apesar da predominância de resultados favoráveis em relação às intervenções fisioterapêuticas aplicadas em crianças com Síndrome de Down, alguns estudos apresentaram achados divergentes, inconclusivos ou sem diferenças estatisticamente significativas entre determinadas modalidades terapêuticas. Esses resultados demonstram a complexidade do desenvolvimento neuropsicomotor na SD e evidenciam que fatores como metodologia, tempo de intervenção, tamanho amostral e instrumentos de avaliação podem influenciar diretamente os desfechos observados.

Entre os principais pontos divergentes encontrados na literatura, destacam-se os estudos que, embora tenham identificado melhoras clínicas após as intervenções, não conseguiram demonstrar superioridade estatística significativa em relação aos grupos controle. Costa et al. (2017), ao investigarem os efeitos da equoterapia sobre a força muscular respiratória, observaram melhora nos parâmetros inspiratórios e expiratórios dos praticantes; entretanto, os resultados não apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparados ao grupo que não realizava a atividade.

De maneira semelhante, Kaya et al. (2023) verificaram melhora no equilíbrio e na mobilidade funcional de crianças submetidas à equoterapia, porém sem diferença estatística relevante em relação ao grupo que participou apenas de exercícios domiciliares. Esses achados sugerem que, embora determinadas intervenções apresentem benefícios clínicos observáveis, tais efeitos nem sempre são suficientemente expressivos para demonstrar superioridade estatística, especialmente em estudos com amostras reduzidas.

Outro aspecto importante refere-se à equivalência entre diferentes modalidades terapêuticas. Alguns estudos indicam que distintas abordagens fisioterapêuticas podem

produzir resultados semelhantes, sem evidências de que uma técnica seja superior à outra. Rodríguez-Grande (2022), em revisão sistemática com metanálise, não encontrou diferenças significativas entre o treinamento em esteira ergométrica e a fisioterapia convencional quanto à redução do tempo necessário para aquisição da marcha independente ou ao aumento da velocidade da marcha.

Da mesma forma, Alsakhawi e Elshafey (2019) observaram que exercícios de estabilidade de core e treinamento em esteira apresentaram eficácia semelhante na melhora do equilíbrio funcional e dos índices de estabilidade postural. Esses resultados reforçam a ideia de que diferentes estratégias terapêuticas podem ser eficazes quando adequadamente planejadas e individualizadas às necessidades da criança.

Paralelamente, algumas áreas específicas apresentaram resultados inconclusivos quanto aos benefícios das intervenções fisioterapêuticas. Ruiz-González et al. (2019), em metanálise, apontaram evidências consistentes sobre o ganho de força muscular decorrente do treinamento resistido; entretanto, os resultados relacionados à melhora da capacidade cardiovascular e à redução do Índice de Massa Corporal mostraram-se inconsistentes e insuficientes para estabelecer conclusões definitivas. Esses achados demonstram que determinados componentes físicos podem responder de maneira diferente às intervenções, indicando a necessidade de mais estudos voltados para desfechos metabólicos e cardiovasculares na população com SD.

No âmbito da comunicação e linguagem, Jackson-Maldonado et al. (2019) identificaram benefícios da equoterapia na produção da fala e ampliação do vocabulário; contudo, a melhora na compreensão da linguagem ocorreu de maneira semelhante entre os diferentes grupos terapêuticos avaliados, incluindo intervenções tradicionais. Dessa forma, os autores sugerem que, embora a equoterapia possa potencializar aspectos expressivos da comunicação, não houve superioridade clara em relação às demais abordagens no desenvolvimento da compreensão linguística.

Em suma, evidencia-se que o principal objetivo das intervenções fisioterapêuticas na Síndrome de Down transcende a melhora puramente motora, consolidando-se como um pilar essencial para a promoção da independência funcional, da mobilidade e do autocuidado. Ao integrar os estímulos físicos a aspectos lúdicos e afetivos, modalidades como a equoterapia e o Pilates impulsionam o desenvolvimento global da criança, gerando impactos psicoemocionais valiosos, como o aumento da autoestima, da motivação e a redução da ansiedade. Por conseguinte, os ganhos no controle e na estabilidade corporal repercutem de forma direta na ampliação das habilidades comunicativas e sociais, favorecendo uma

participação mais ativa e engajada da criança nos ambientes familiar e comunitário, o que eleva significativamente sua autonomia e qualidade de vida.

6 CONCLUSÃO

Com base nos estudos analisados, conclui-se que a atuação fisioterapêutica exerce papel fundamental no desenvolvimento psicomotor de crianças com Trissomia 21, contribuindo significativamente para a melhora das habilidades motoras, do equilíbrio, da força muscular, da coordenação motora e da funcionalidade global. Os resultados encontrados demonstram que as múltiplas abordagens terapêuticas revisadas, apresentam efeitos positivos sobre o desenvolvimento neuropsicomotor, favorecendo maior independência funcional e melhor qualidade de vida.

Observou-se que a intervenção fisioterapêutica precoce representa um dos fatores mais relevantes para potencializar os ganhos funcionais, uma vez que os primeiros anos de vida correspondem ao período de intensa plasticidade cerebral. Nesse contexto, os estímulos adequados favorecem reorganizações neurais importantes, auxiliando na aquisição de marcos motores fundamentais, como controle postural, equilíbrio, engatinhar e marcha independente. Além disso, os estudos evidenciam que intervenções realizadas de forma lúdica, dinâmica e integrativa aumentam a motivação, a participação ativa da criança e o vínculo familiar, refletindo positivamente nos aspectos emocionais, sociais e comunicativos.

A equoterapia destacou-se entre as modalidades mais citadas na literatura devido aos benefícios relacionados ao equilíbrio, mobilidade funcional e independência nas atividades de vida diária. O Pilates e os exercícios voltados para a estabilidade do core também demonstraram resultados importantes na melhora da estabilidade postural, força muscular e coordenação motora grossa. Sob a mesma ótica, os exercícios resistidos e pliométricos mostraram-se eficazes para o fortalecimento muscular e melhora do controle postural em crianças com Síndrome de Down.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUKHALED, Y.; HATAB, K.; AWADHALLA, M.; HAMDAN, H. Understanding the genetic mechanisms and cognitive impairments in Down syndrome: towards a holistic approach. **Journal of Neurology**, v. 1, n. 1, p. 87-104, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00415-023-11890-0>. Acesso em: 25 fev. 2026.

AL-NEMR, A.; REFFAT, S. Effect of Pilates exercises on balance and gross motor coordination in children with Down syndrome. **Acta Neurologica Belgica**, v. 124, n. 5, p. 1499-1505, 2024. <https://doi.org/10.1007/s13760-024-02517-w>. Acesso em: 28 fev. 2026.

ALSAKHAWI, R. S.; ELSHAFEY, M. A. Effect of core stability exercises and treadmill training on balance in children with Down syndrome: randomized controlled trial. **Advances in Therapy**, v. 36, p. 2364-2374, 2019. <https://doi.org/10.1007/s12325-019-01024-2>. Acesso em: 1 mar. 2026.

ARSLAN, F. N. *et al.* Effects of early physical therapy on motor development in children with Down syndrome. **Northern Clinics of Istanbul**, v. 9, n. 2, p. 156-161, 2022. <https://doi.org/10.14744/nci.2020.90001>. Acesso em: 1 mar. 2026.

ARUMUGAM, A. *et al.* Down syndrome: a narrative review with a focus on anatomical features. **Clinical Anatomy**, v. 29, n. 5, p. 568-577, 2016. <https://doi.org/10.1002/ca.22672>. Acesso em: 25 fev. 2026.

AZAB, A. R. *et al.* Distinct effects of trampoline-based stretch-shortening cycle exercises on muscle strength and postural control in children with Down syndrome: a randomized controlled study. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v. 26, n. 6, p. 1952-1962, 2022. https://doi.org/10.26355/eurrev_202203_28343. Acesso em: 25 fev. 2026.

BABURAMANI, A. A.; PATKEE, P. A.; ARICHI, T.; RUTHERFORD, M. A. New approaches to studying early brain development in Down syndrome. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 61, p. 867-879, 2019. <https://doi.org/10.1111/DMCN.14260>. Acesso em: 25 fev. 2026.

CHAGAS, P. S. C. *et al.* Avaliação da distribuição da pressão plantar em crianças com síndrome de Down de 2 a 5 anos de idade. **Fisioterapia em Movimento**, v. 32, e003207, 2019. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.032.AO07>. Acesso em: 3 mar. 2026.

COÊLHO, J. F. *et al.* Tradução e adaptação transcultural da versão brasileira da Down Syndrome Speech Intelligibility Survey. **CoDAS**, v. 37, n. 3, e20240079, 2025. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/e20240079pt>. Acesso em: 20 fev. 2026.

COSTA, V. S. F. *et al.* Effect of hippotherapy in the global motor coordination in individuals with Down syndrome. **Fisioterapia em Movimento**, v. 30, p. 229-240, 2017. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.030.S01.AO22>. Acesso em: 20 maio 2026.

DAHDOUH, E. M. Preimplantation genetic testing for aneuploidy: a review of the evidence. **Obstetrics & Gynecology**, v. 137, n. 3, p. 528-534, 2021. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004295>. Acesso em: 27 fev. 2026.

DUPRE, C.; WEIDMAN-EVANS, E. Musculoskeletal development in patients with Down syndrome. **JAAPA**, v. 30, p. 38-40, 2017. <https://doi.org/10.1097/01.jaa.0000526779.77230.79>. Acesso em: 3 mar. 2026.

FIDLER, D. J. *et al.* Correlates of early cognition in infants with Down syndrome. **Journal of Intellectual Disability Research**, v. 63, p. 205-214, 2019. <https://doi.org/10.1111/jir.12566>. Acesso em: 3 mar. 2026.

FRANK, K.; ESBENSEN, A. J. Fine motor and self-care milestones for individuals with Down syndrome using a retrospective chart review. **Journal of Intellectual Disability Research**, v. 59, n. 8, p. 719-729. <https://doi.org/10.1111/jir.12176>. Acesso em: 3 mar. 2026.

HARDEE, J. P.; FETTERS, L. The effect of exercise intervention on daily life activities and social participation in individuals with Down syndrome: a systematic review. **Research in Developmental Disabilities**, v. 62, p. 81-103, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.01.011>. Acesso em: 3 mar. 2026.

JACKSON-MALDONADO, D. Hippotherapy and the communicative abilities of children with Down syndrome: a preliminary study. **Communication Disorders Quarterly**, p. 152574011987076, 2019. <https://doi.org/10.1177/1525740119870769>.

JAFRI, S. K.; HARMAN, K. E. Neurocognitive abilities in individuals with Down syndrome: a narrative review. **Turkish Journal of Pediatrics**, v. 62, p. 897-905, 2020. <https://doi.org/10.24953/TURKJPED.2020.06.001>. Acesso em: 1 mar. 2026.

KACZOROWSKA, N. *et al.* Down syndrome as a cause of abnormalities in the craniofacial region: a systematic literature review. **Advances in Clinical and Experimental Medicine**, v. 28, n. 11, p. 1587-1592, 2019. <https://doi.org/10.17219/acem/112785>. Acesso em: 4 mar. 2026.

KAYA, Y.; SAKA, S.; TUNCER, D. Effect of hippotherapy on balance, functional mobility, and functional independence in children with Down syndrome: randomized controlled trial. **European Journal of Pediatrics**, v. 182, p. 3147-3155, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00431-023-04959-5>. Acesso em: 4 mar. 2026.

KAZUKI, Y. *et al.* A transchromosomic rat model with human chromosome 21 shows robust Down syndrome features. **American Journal of Human Genetics**, v. 109, n. 2, p. 328-344, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2021.12.015>. Acesso em: 4 mar. 2026.

LEITE, J. C. *et al.* Controle postural em crianças com síndrome de Down: avaliação do equilíbrio e da mobilidade funcional. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 24, n. 2, p. 173-182, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382418000200002>. Acesso em: 5 mar. 2026.

LENGKANA, A. S.; TANGKUDUNG, J.; ASMAWI, A. The effect of core stability exercise (CSE) on balance in primary school students. **Journal of Education, Health and Sport**, v. 9, p. 160-167, 2019. <https://doi.org/10.5281/zenodo>. Acesso em: 4 mar. 2026.

LISBOA, K. F. *et al.* Alterações citomorfológicas na neoplasia de células dendríticas plasmocitoides blásticas: relato de caso. **Hematology, Transfusion and Cell Therapy**, v. 42, supl. 2, p. 139-140, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.htct.2020.10.236>. Acesso em: 5 mar. 2026.

MAIANO, C. *et al.* Do exercise interventions improve balance for children and adolescents with Down syndrome? A systematic review. **Physical Therapy**, v. 99, p. 507-518, 2019. <https://doi.org/10.1093/PTJ/PZZ012>. Acesso em: 5 mar. 2026.

MOON, J. H.; HONG, S. M.; KIM, C. W.; SHIN, Y. A. Comparison of deep and superficial abdominal muscle activity between experienced Pilates and resistance exercise instructors and controls during stabilization exercise. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 11, p. 161-168, 2015. <https://doi.org/10.12965/JER.150203>. Acesso em: 5 mar. 2026.

MUSTACCHI, Z.; PERES, S. **Genética baseada em evidências: síndromes e heranças**. São Paulo: CID Editora, 2000.

PALISANO, R. J. *et al.* Gross motor function of children with Down syndrome: creation of motor growth curves. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 4, p. 494-500, 2001. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.21956>. Acesso em: 4 mar. 2026.

PAUL, Y. *et al.* The health benefits of exercise therapy for patients with Down syndrome: a systematic review. **African Journal of Disability**, v. 8, e576, 2019. <https://doi.org/10.4102/ajod.v8i0.576>. Acesso em: 4 mar. 2026.

PROENÇA, M. F. R. *et al.* Benefícios da equoterapia no desenvolvimento motor da criança com síndrome de Down. **REVISA**, v. 9, n. 3, p. 357-361, 2020. <https://doi.org/10.36239/revisa.v9.n3.p357a361>.

RODRÍGUEZ-GRANDE, E. I. *et al.* Therapeutic exercise to improve motor function among children with Down syndrome aged 0 to 3 years: a systematic literature review and meta-analysis. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, e13051. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35906275/>. Acesso em: 5 mar. 2026.

RUIZ-GONZÁLEZ, L. *et al.* Physical therapy in Down syndrome: systematic review and meta-analysis. **Journal of Intellectual Disability Research**, v. 63, p. 1041-1067. <https://doi.org/10.1111/jir.12606>. Acesso em: 4 mar. 2026.

SANTOS, G. R.; CABRAL, L. C.; SILVA, L. R.; DIONISIO, J. Estimulação fisioterapêutica em lactentes com síndrome de Down para promover o engatinhar. **Fisioterapia em**

Movimento, v. 33, e003354, 2020. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.033.AO54>. Acesso em: 5 mar. 2026.

SILVA, A. V. M. V. *et al.* Health-related quality of life of a child with trisomy 21 and acute myeloid leukemia: case report. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 72, e20240023, 2024. <https://doi.org/10.1590/1981-86372024002220230118>. Acesso em: 4 mar. 2026.

SILVA, B. R. T.; SOUZA, M. A.; CHRISTOVÃO, I. S.; CAMARGOS, A. C. R. Mobility in preschool age children with and without Down syndrome: an exploratory cross-sectional study. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 31, e23007124en, 2024. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/e23007124en>. Acesso em: 4 mar. 2026.

SURBALA, L. *et al.* Pilates versus conventional balance training on functional balance and quality of life in elderly individuals: a randomized controlled study. **Scholars Journal of Applied Medical Sciences**, v. 2, p. 221-226, 2014. <https://doi.org/10.36347/sjams.2014.v02i01.0047>. Acesso em: 4 mar. 2026.

TEIXEIRA, L. S. Intervenção fisioterapêutica precoce em pacientes com síndrome de Down. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, 2018. Disponível em: <https://ime.events/iii-conbrasau/pdf/6665>. Acesso em: 4 mar. 2026.

VICARI, S. Motor development and neuropsychological patterns in persons with Down syndrome. **Behavior Genetics**, v. 36, n. 3, p. 355-364, 2006. <https://doi.org/10.1007/s10519-006-9057-8>. Acesso em: 4 mar. 2026.

VIEIRA, G. C. *et al.* A atuação da fisioterapia em crianças com síndrome de Down. In: CONGRESSO MULTIDISCIPLINAR UNIVERSO GOIÂNIA, 6., Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: Universo, [s.d.]. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/vi-congresso-multidisciplinar-universo-goiania-metaverso-ferramentas-de-ensino-e-negocios-331566/644355>. Acesso em: 26 fev. 2026.

WELLS, C.; KOLT, G. S.; BIALOCERKOWSKI, A. Defining Pilates exercise: a systematic review. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 20, p. 253-262, 2012. <https://doi.org/10.1016/J.CTIM.2012.02.005>. Acesso em: 4 mar. 2026.

WINDERS, P.; WOLTER-WARMERDAM, K.; HICKEY, F. A schedule of gross motor development for children with Down syndrome. **Journal of Intellectual Disability Research**, v. 63, p. 346-356, 2019. <https://doi.org/10.1111/jir.12580>. Acesso em: 4 mar. 2026.

ZAMPIERI, B. L.; COSTA, A. C. S. Evidence of energy metabolism alterations in cultured neonatal astrocytes derived from the Ts65Dn mouse model of Down syndrome. **Brain Sciences**, v. 12, n. 1, p. 83-88, 2022. <https://doi.org/10.3390/brainsci12010083>. Acesso em: 4 mar. 2026.