

GEIZIANE LEITE RODRIGUES MELO

CIRO WINCKLER

SÍNDROME DE DOWN E TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA

**CONSIDERAÇÕES PARA PRESCRIÇÃO
E SEGURANÇA DO EXERCÍCIO FÍSICO**



GEIZIANE LEITE RODRIGUES MELO

CIRO WINCKLER

**SÍNDROME DE DOWN E
TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA**

**CONSIDERAÇÕES PARA PRESCRIÇÃO
E SEGURANÇA DO EXERCÍCIO FÍSICO**

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

M528s

Melo, Geiziane Leite Rodrigues
Síndrome de Down e treinamento de resistência :
considerações para prescrição e segurança do exercício físico
/ Geiziane Leite Rodrigues Melo, Ciro Winckler – Santos :
Paradesporto Brasil + Acessível, 2023.
109 p. : il. color.

ISBN: 978-65-00-88193-6
Livro digital (e-book)

1. Paradesporto. 2. Síndrome de Down. 3. Pessoa com
deficiência. 4. Esporte. 5. Educação física. I. Melo, Geiziane
Leite Rodrigues. II. Winckler, Ciro. Título.

CDD 796.087

BIBLIOTECÁRIA: ELISANGELA M. SANTOS CRB8/6657

CONSELHO EDITORIAL

Projeto Paradesporto Brasil + Acessível

Prof. Dr. **Ciro Winckler** — UNIFESP/Brasil

Prof. Dr. **Luis Felipe Castelli C. De Campos** — Universidade de Bio Bio/Chile

Prof. Dr. **Luiz Gustavo T.F. Santos** — Universidade de Bio Bio/Chile

Prof.^a Dr.^a **Mariana Simões Pimentel Gomes** — UNICAMP/Brasil

Prof.^a Dr.^a **Renata Matheus Willig** — Universidade Jean Piaget/Portugal

Prof.^a Dr.^a **Ruth Eugenia Cidade** — UFPr/Brasil

Este livro é dedicado aos meus *avôhais* Neuza Margarida de Melo e Nadir Vargas de Melo (*in Memoriam*)

AUTORES

GEIZIANE LEITE RODRIGUES MELO

Doutora em Educação Física pela Universidade Católica de Brasília-UCB (Bolsista CAPES), na área de concentração Atividade Física, Saúde e Desempenho Humano. Realizou Mestrado, Bacharelado e Licenciatura em Educação Física pela mesma instituição. Foi voluntária do Projeto Espaço Com-vivências, que atende pessoas com deficiência, com apoio da Secretaria de Educação do DF em parceria com UCB. Membro da Associação Brasileira de Atividade Motora Adaptada (SOBAMA). Integrante do Projeto Paradesporto Brasil + Acessível. Atualmente realiza Pos-doutorado na Faculdade de Ciências da Saúde em *Klaipeda University*.

CIRO WINCKLER

Professor Associado da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, docente do programa de Pós-Graduação stricto sensu em Ciências do Movimento Humano e Reabilitação. Possui graduação, mestrado e doutorado na área de educação física da UNICAMP. Possui participação em 5 Jogos Paralímpicos de verão e foi coordenador de Ciências do Esporte do Comitê Paralímpico Brasileiro. Atualmente é coordenador do Projeto Paradesporto Brasil + Acessível.

PREFÁCIO

Ter sido convidada para fazer o prefácio deste importante livro, escrito por dois professores/pesquisadores muito renomados na área do esporte adaptado foi de grande honra para mim, além de também ter sido uma grande responsabilidade poder referendar essa obra tão completa e de tão agradável leitura.

Conheço Ciro há bastante tempo, o sigo e o admiro desde então e Geiziane tive o prazer de conhecê-la, apesar de há menos tempo, mas que foi uma admiração instantânea. Sei do rigor científico de ambos e por isso, aceitei o desafio.

Apesar de o tema Síndrome de Down já ter suscitado tantos materiais de estudo e publicações, a especificidade do Treinamento de Resistência carecia de um aprofundamento como o fizeram Geiziane e Ciro, que foram além da descrição das características físicas, fisiológicas e funcionais das pessoas com SD, descrevendo de uma forma completa também os ganhos que a atividade física, os exercícios físicos podem trazer para pessoas sem DI, mas principalmente para pessoas com SD e com DI, que como citam, ... “estudos recentes demonstram que crianças, adolescentes e adultos com SD têm menor nível de atividade física moderado a vigorosa, além de apresentar maior tempo de comportamento sedentário do que a população geral”.

Os quadros, as figuras e o infográfico, ilustram perfeitamente bem, e são de uma ajuda de grande relevância para qualquer profissional que queira trabalhar o TR com esse público e ousar dizer, aliás, com qualquer público.

Também, por acreditar que esta obra, com sua abordagem interessante, criativa inovadora e extremamente útil para profissionais que queiram contribuir com ...“direções para futuras pesquisas sobre monitoramento e gerenciamento de TR”.

Quando comparamos o quadro 2 com os inúmeros benefícios de um TR seguro e com técnicas e cargas adequadas, temos a certeza que todas as pessoas com SD ou sem DI deveriam procurar fazer este TR com um profissional capacitado para aumentar, além de suas capacidades para a vida diária, para sua longevidade com saúde com qualidade.

Acredito que este livro servirá de base e será um marco nas publicações na área de adaptada, portanto, parabênzo Ciro e Geiziane, por acreditarem nas possibilidades de nossos atendidos com SD/DI e terem se debruçado nos estudos visando dar condições para que todos possam se beneficiar com o TR.

PREFÁCIO

Quero agradecer a confiança, com a total certeza que os leitores vão “sorver” essa obra e vão se maravilhar, como eu.

Maria Teresa Krähenbühl Leitão

SUMÁRIO

Introdução.....	9
Síndrome de Down e declínio estrutural e funcional: O treinamento resistido seria uma ferramenta benéfica?.....	16
Evidência para prescrição do treinamento resistido em indivíduos com Síndrome de Down.....	24
Saúde e potenciais benefícios do treinamento resistido em indivíduos com Síndrome de Down.....	35
Disfunção mitocondrial: Qual sua influência, na prática do treinamento resistido nos indivíduos com Síndrome de Down?.....	70
Envelhecimento precoce, doença de Alzheimer e exercício físico na Síndrome de Down.....	75
Discutindo e repensando a prática do treinamento resistido nos indivíduos com Síndrome de Down.....	80
Conclusão.....	84
Referências.....	86



INTRODUÇÃO

De acordo com GINIS et al. (2021), estima-se que mais de um bilhão de pessoas no mundo possuem algum tipo de deficiência, sendo que 80% dessas pessoas vivem em países em desenvolvimento. Além disso, entre 16 a 62% das pessoas com deficiência realizam menos atividade física do que o recomendado pela OMS.

Como forma de combater essa disparidade, a OMS criou, em 2020, a primeira diretriz com recomendações de atividade física e ações para diminuir o comportamento sedentário em pessoas com deficiência, incluindo aquelas com deficiência intelectual, como é o caso da Síndrome de Down (SD). No entanto, essa diretriz não especifica como a prescrição do exercício físico deve ser realizada em indivíduos com SD.

A SD é uma anomalia cromossômica que ocorre devido à triplicação do cromossomo 21, levando a uma deficiência intelectual e alterações físicas significativas. Os primeiros relatos sobre essa condição datam de 1838, quando o médico Esquirol mencionou essa população em seu dicionário médico publicado em Paris. Já em 1866, Langdon Down descreveu detalhadamente as características fenotípicas dessa condição em seu trabalho intitulado *Observations on an Ethnic Classification of Idiots* (DOWN, 1866).

"A grande família Mongólica apresenta numerosos representantes e pretendo neste artigo chamar atenção para o grande número de idiotas congênitos que são Mongóis típicos. O seu aspecto é tão marcante que é difícil acreditar que são filhos dos mesmos pais. O cabelo não é preto, como em um Mongol típico, mas de cor castanha, liso e escasso. A face é achatada e larga. Os olhos posicionados em linha oblíqua, com cantos internos afastados. A fenda pálpebra é muito curta. Os lábios são grossos, com fissuras transversais. A língua é grande e larga. O nariz, pequeno. A pele, ligeiramente amarelada e com elasticidade deficiente. É difícil acreditar que se trate de um europeu, mas pela frequência com que estas características são observadas, não há dúvida de que estes aspectos étnicos resultam de degeneração. O tipo de idiotia Mongólica ocorre em mais de 10% dos casos que tenho observado. São sempre idiotas congênitos e nunca resultam de acidentes após a vida uterina. Eles são, na maioria, exemplos de degeneração originada de tuberculose nos pais" (DOWN, 1886, p. 261)."

Em 1876, Fraser e Michell descreveram por meio de relato de casos a autopsia de 62 pacientes com SD e publicaram as primeiras ilustrações médicas (Figura 1) (FRASER; MITCHELL, 1876). Decorreu-se 8 décadas, quando em 1959 o cientista francês Jérôme Lejeune e colaboradores descobriram as causas da SD, na trissomia do cromossomo 21 por meio da análise do cariótipo humano (BULL, 2020).



Figura 1. Primeira ilustração de paciente com SD na literatura médica (FRASER; MITCHELL, 1876).

No ano seguinte, Polani e colaboradores verificaram a presença de translocação cromossômica em alguns indivíduos com SD e, por fim, em 1961, Clarke e colaboradores descreveram os primeiros pacientes com mosaïcismo 21 (BULL, 2020).

Assim é possível notar que, a SD pode ocorrer por três tipos de alterações cromossômicas, sendo essas:

- Trissomia do cromossomo simples ou livre, presente em 95% dos casos, é não disjunção do cromossomo 21 (quando não ocorre segregação dos cromossomos homólogos na primeira divisão meiótica, ou nas duas cromátides irmãs, na mitose ou na segunda divisão meiótica) na formação dos gametas (ROIZEN; PATTERSON, 2003). A figura 2 mostra o cariótipo, identidade genética, os pares de cromossomos 21, que se apresentam em três ao invés de dois pares de cromossomos.



Figura 2. Trissomia do cromossomo simples (NDSS,2023).

- Translocação parcial e total do cromossomo 21, representa 3% da SD, ocorre na translocação dos cromossomos 14 e 15, podendo ocorrer raramente no 21. Sendo que algumas formas de translocação SD, como Robertsoniana, estão associadas a um padrão de herança genética familiar (BULL, 2020).
- Trissomia em Mosaico: ocorre em 2% dos casos, chamada de mosaicíssimo, algumas células são trissômica e euploides no mesmo indivíduo (BULL, 2020).

Em 2000, aproximadamente 329 genes no cromossomo 21 foram identificados e catalogados por um time de cientistas internacionais (NDSS, 2023). A partir desses avanços no mapeamento genético, a comunidade científica começou a compreender características genéticas e fenótipos dessa população (FIGURA 3) (MÉGARBANÉ; RAVEL; MIRCHER; STURTZ et al., 2009).

Devido as diferentes anormalidades cromossômicas, as manifestações podem ocorrer com variação de intensidade. Entre essas alterações se pode citar o desenvolvimento físico atípico, disfunção fisiológica generalizada, neuropatogênese, distúrbios do crescimento, e alteração da função mitocondrial (ROIZEN; PATTERSON, 2003). Como consequência, isso resultará em atraso no desenvolvimento psicomotor e neurológico (por exemplo, deficiência intelectual variando de leve à severa) (CAPONE; CHICOINE; BULOVA; STEPHENS et al., 2018).

A SD está associada com o elevado risco de distúrbios congênitos, que podem impactar dentre outros aspectos em leucemia, doença cardíaca, hipotireoidismo, doença de Alzheimer, distúrbios gastrointestinais e pulmonares, hipotonia muscular, frouxidão ligamentar, envelhecimento precoce, deficiências auditivas e visuais (FOLEY; KILLEEN, 2019; TSOU; BULOVA; CAPONE; CHICOINE et al., 2020; ZIGMAN, 2013). Os principais impactos da condição SD nas características fenotípicas são relatados na Figura 4.

Apesar de apresentarem esse quadro clínico, indivíduos com SD tiveram o aumento da expectativa de vida a partir da década de 1970, e hoje, excedem aos 60 anos (COVELLI; RAGGI; MEUCCI; PAGANELLI et al., 2016). No Brasil, até década de 1980, a expectativa de vida dos indivíduos com SD era em média de 8 a 10 anos (MUSTACCHI; PERES, 2000). O mesmo comportamento foi observado nos Estados Unidos da América, como demonstrado na Figura 5 (PRESSON et al., 2013).

Esse aumento da expectativa de vida ocorreu devido as melhores condições de vida, cuidados médicos e assistências (por exemplo, cirurgia cardíaca corretiva nos primeiros anos de vida) (PRESSON; PARTYKA; JENSEN; DEVINE et al., 2013). No Brasil, há 45,6 milhões de pessoas que declaram ter deficiência, representa 23,9% da população; desses 270 mil são pessoas com SD (IBGE, 2010).

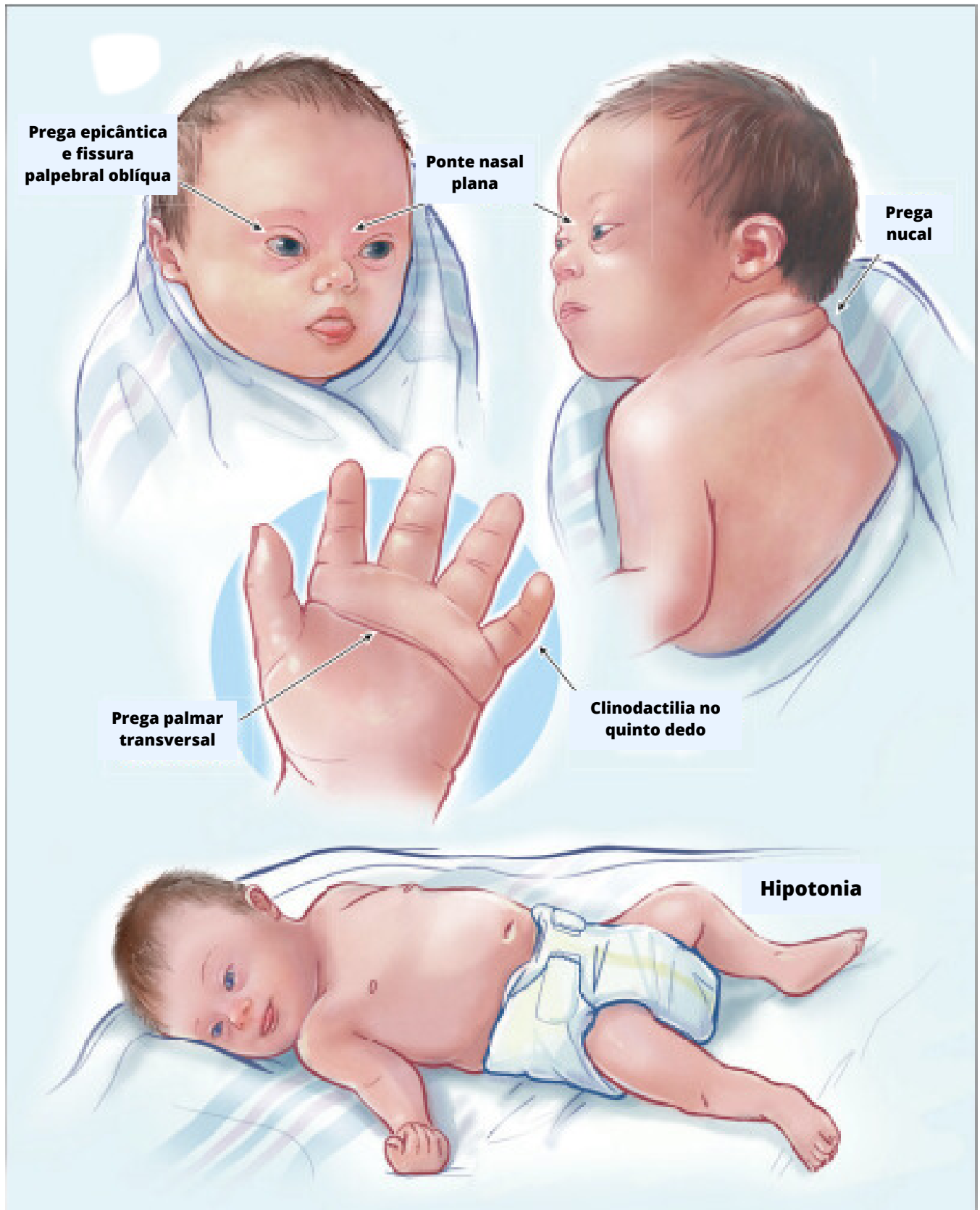


FIGURA 3. Características fenotípicas de um bebê com Síndrome de Down.
Fonte: Figura do estudo de BULL (2020)

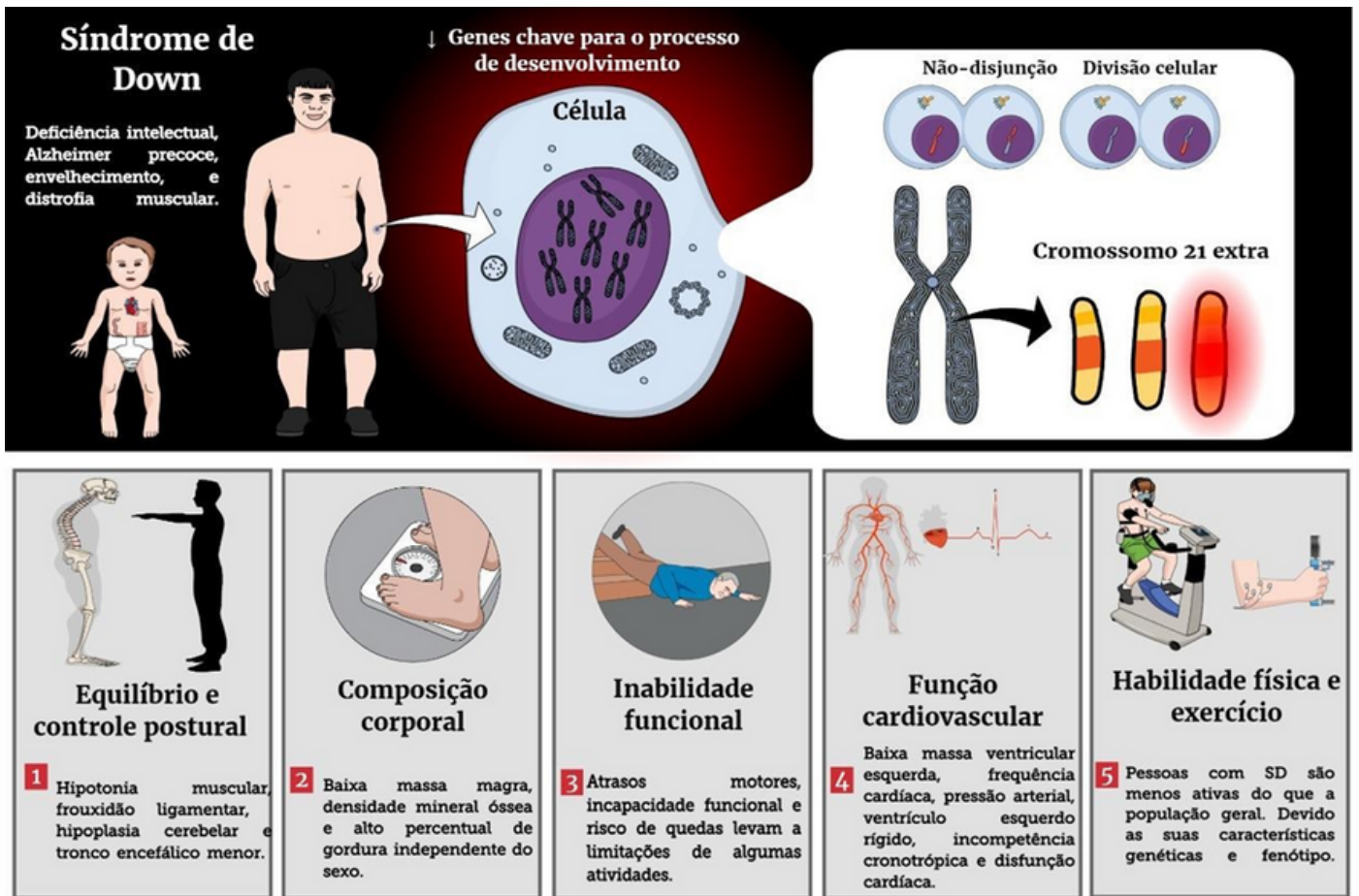


Figura 4. Efeitos da Síndrome de Down no declínio estrutural e funcional.

Fonte: MELO et al., 2022

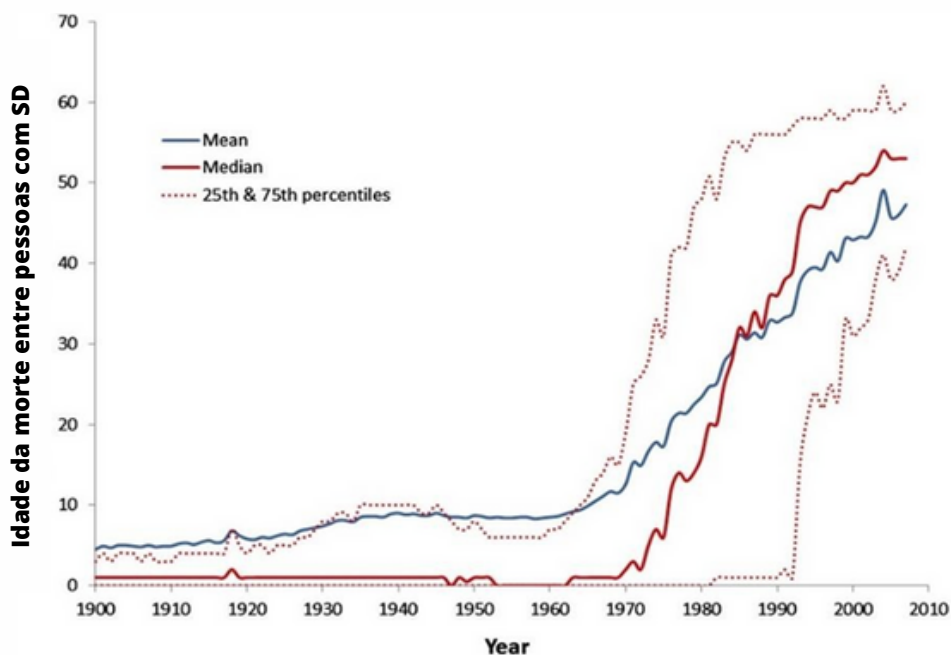


Figura 5. Média, mediana e percentis 25 e 75 para idade na taxa de mortalidade em pessoas com Síndrome de Down, 1900-2007.

Fonte: Estudo de Presson et al. (2013).

Esse distúrbio cromossômico ocorre com uma prevalência de 14 por 10000 recém-nascidos vivos (PRESSON; PARTYKA; JENSEN; DEVINE et al., 2013). Apesar do aumento da expectativa de vida, sabe-se que essa população experimenta um “envelhecimento biológico acelerado” (ZIGMAN, 2013). Covelli et al. (2016) afirmam que aos 45 anos já são considerados “velho para idade” devido ao envelhecimento biológico precoce, conseqüentemente, indivíduos com SD irão exibir problemas relacionados à saúde que normalmente não surgem na população em geral até os 60 anos.

Estudo recente demonstrou que adultos com SD (média $38,4 \pm 12,1$ anos) apresentaram adiposidade, densidade mineral óssea, índices de massa muscular e níveis de desempenho físico semelhantes ou piores quando comparados a idosos com sarcopenia (perda de massa muscular) acima de 60 anos (COELHO-JUNIOR et al., 2019).

Assim, é razoável postular que realização da prática de atividade física e exercício físico deve ser incluída na rotina diária dessa população. Todavia, estudos recentes demonstram que crianças, adolescentes e adultos com SD tem menor nível de atividade física moderado a vigorosa, além de apresentar maior tempo de comportamento sedentário do que a população geral (STANCLIFFE; ANDERSON, 2017; IZQUIERDO-GOMEZ; VEIGA; VILLAGRA; DIAZ-CUETO, 2015; SHIELDS; DODD; ABLITT, 2009).

Por outro lado, ao aumentar o nível de atividade física moderada e vigorosa nos PCD, houve melhora significativa na saúde mental, sistemas musculoesqueléticos e cardiovascular (GINIS et al., 2021; NAIDOO; SMITH; FOSTER; CHETTY, 2021). Desse modo, ser fisicamente ativo pode ser mais difícil para indivíduos com SD devido às características genéticas e fenotípicas, ao envolver transpor barreiras sociais, ambientais e físicas (SHIELDS et al., 2017; BARR; SHIELDS, 2011; MAHY; SHIELDS; TAYLOR; DODD, 2010). Dentre as barreiras físicas, a literatura demonstra que pessoas com SD tem consistentemente redução da força muscular nos membros superiores e inferiores em comparação com a população geral (MELO et al., 2022; COWLEY et al., 2011; PITETTI; CLIMSTEIN; MAYS; BARRETT, 1992).

A fraqueza dos membros inferiores influenciam diretamente na capacidade de realizar atividades da vida diária, como caminhar, tarefas relacionadas ao trabalho, subir e descer escadas ou levantar e sentar em uma cadeira (LIN; WUANG, 2012; COWLEY et al., 2011; SHIELDS; TAYLOR, 2010). Essa força muscular reduzida pode estar associada a uma massa corporal magra atenuada e menor qualidade muscular em adultos e adolescentes (MELO et al., 2022; COELHO-JUNIOR et al., 2019).

A redução da capacidade funcional e consumo de máximo de oxigênio (uma métrica comum para aptidão cardiorrespiratória) foram associados com a menor massa magra em adolescentes com SD (GONZÁLEZ- AGÜERO et al., 2011; GONZÁLEZ- AGÜERO et al., 2011).

O treinamento resistido (TR) é uma modalidade não farmacológica que atenua potencialmente nas perdas de força muscular e massa magra, além de reduz o percentual de gordura e melhora a capacidade funcional em jovens e adultos com SD (COWLEY et al., 2010; COWLEY et al., 2011; SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS; TAYLOR; DODD, 2008).

O TR é caracterizado por exercícios isotônicos (excêntrico e concêntrico) e isométrico que apresenta diferentes variáveis de controle como series, repetições, intervalo de descanso e pico de contração, os quais são modulados por diferentes intensidades (IVERSEN et al., 2021). Embora o número de estudos que investigam os efeitos do TR em indivíduos com SD tenha crescido, o número de praticantes que utilizam essa modalidade de treinamento ainda é pequeno (GINIS et al., 2021; SUGIMOTO; BOWEN; MEEHAN III; STRACCIOLINI, 2016). Cunningham et al. (2022) sugerem que os profissionais podem não se sentir seguros para prescrever treinamento de força em indivíduos com deficiência intelectual (DUPLANTY; VINGREN; KELLER, 2014).

Assim, se faz necessário fornecer recomendações científicas e baseadas em evidências para professores de Educação Física e profissionais de saúde sobre prescrição individualizada de TR para indivíduos com SD. Essas observações podem fornecer informações clinicamente úteis e ajudar a projetar intervenções de TR com segurança e eficácia. Outro ponto relevante, espera-se que esse livro informe direções para futuras pesquisas sobre monitoramento e gerenciamento de TR, bem como estimule um debate mais aberto sobre as implicações benéficas do TR na saúde de longo prazo no contexto da SD. Desse modo, é necessário compreender os efeitos do TR na saúde de indivíduos com SD, com foco na metodologia, aplicação e segurança desta modalidade de treinamento.



SÍNDROME DE DOWN E O DECLÍNIO ESTRUTURAL E FUNCIONAL: O TREINAMENTO RESISTIDO SERIA UMA FERRAMENTA BENÉFICA?

Devido à anomalia cromossômica, indivíduos com SD apresentam uma modificação estrutural e declínio funcional na maioria dos sistemas fisiológicos, mesmo na ausência de doença (BULL, 2020; ROIZEN; PATTERSON, 2003). Isso pode impactar diretamente na atividade de vida diária e conseqüentemente na capacidade funcional dessa população (FOLEY; KILLEEN, 2019; TERBLANCHE; BOER, 2013; PITETTI; RIMMER; FERNHAL, 1993). Entre os declínios funcionais, pode-se destacar a perda de força muscular e menor capacidade de trabalho, que se inicia precocemente e continua com o avançar da idade (FERNHALL; MENDONCA; BAYNARD, 2013; CARMELI et al., 2002; CIONI et al., 1994). A força de prensão palmar (handgrip) é um excelente referencial de força global, estudo realizado com pessoas com deficiência intelectual (1526 adultos com idade entre 20-90 anos) demonstrou que esses tem menores valores de handgrip durante toda vida quando comparado a população geral (CUESTA-VARGAS; HILGENKAMP, 2015). Os valores de referência da força de prensão para pessoas com DI nas faixas etárias e sexos são apresentados graficamente na Figura 6 (homens) e Figura 7 (mulheres).

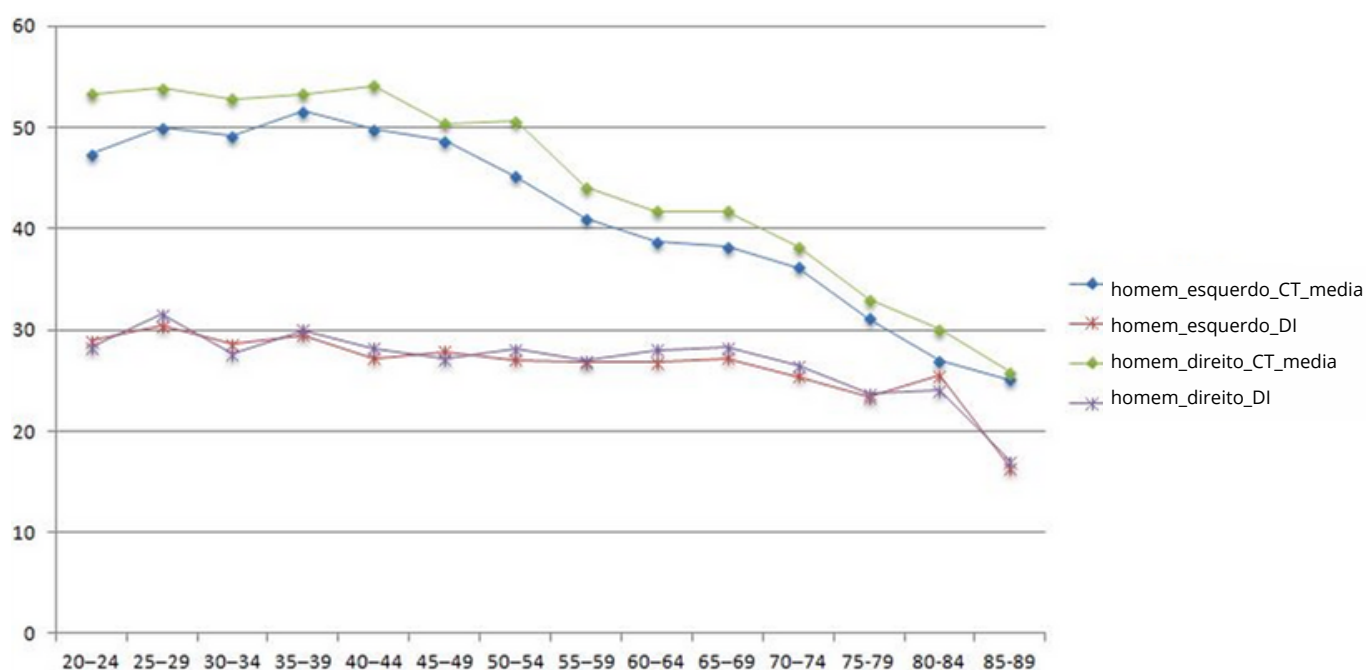


Figura 6. Valores do Handgrip para homens adultos com deficiência intelectual (DI) comparado com a população geral (CT) do estudo de Cuesta-Vargas e Hilgenkamp (2015).

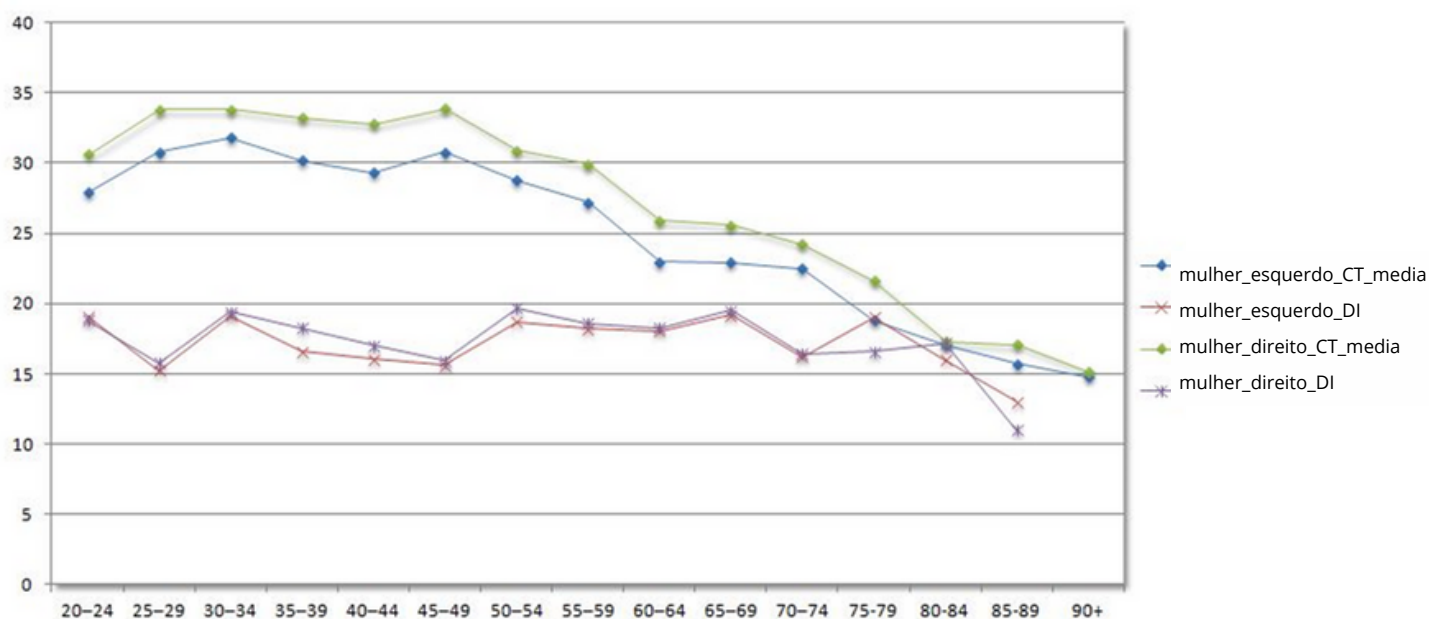


Figura 7. Valores do Handgrip para mulheres adultas com deficiência intelectual (DI) comparado com a população geral (CT) do estudo de Cuesta-Vargas e Hilgenkamp (2015).

No entanto, a literatura ressalta que a boa aptidão física propicia a melhora do desempenho do exercício físico, ao aumentar a tolerância ao exercício e melhora suas habilidades funcionais (SUAREZ-VILLADAT et al.,2021; SUGIMOTO; BOWEN; MEEHAN III; STRACCIOLINI, 2016; DODD; SHIELDS,2005). Desse modo, a atividade física são particularmente importantes para pessoas com SD devido à maior prevalência de condições de saúde mental (por exemplo, depressão e ansiedade) e risco de doenças crônicas, como acidente vascular cerebral [1,8% vs. 0,5% (idade 19-50 anos); 9,8% vs. 5% (idade > 51 anos)], diabete (3,5% vs. 0,7%, respectivamente, para idades de 16 a 30 anos e 5,5% vs. 2,7%, respectivamente, para 30 anos ou mais), hipotireoidismo [39% (IC 95%, 36%-42%), com idades entre 18-29 anos; 51% (IC 95%, 49%-53%) com idade > 30 anos] e doença de Alzheimer (80% aos 65 anos) (TSOU et al., 2020; MCCARRON et al., 2017).

Diante disso, estudos anteriores mostraram que indivíduos com DI apresentam baixa aptidão física, impactando em menores valores basais de consumo de oxigênio (VO₂) e maior razão massa corporal/estatura (IMC) nas diferentes faixas etárias (WEE et al., 2015; FERNHALL; MENDONCA; BAYNARD, 2013). No entanto, essa condição causa impactos secundários como aumento da obesidade, risco de quedas, doenças crônicas e neurodegenerativas (SUAREZ-VILLADAT et al. 2021; KOVAČIČ; KOVAČIČ; OVSENIK; ZURC, 2020; BAYEN et al., 2018; DE WINTER et al., 2011 RIMMER; HELLER; WANG; VALERIO, 2004).

O Índice de Massa Corporal (IMC) pode ser um fator crucial na avaliação do nível de aptidão física de indivíduos com Síndrome de Down (SD). Pessoas com peso corporal normal apresentam valores superiores de frequência cardíaca e VO_2 máx. quando comparadas àqueles classificados como obesos (WEE et al., 2015). A redução da massa magra e da densidade mineral óssea e o aumento do percentual de gordura são características comuns do envelhecimento em pessoas com SD, independentemente do sexo, e possuem efeitos significativos na saúde física e na função dessa população. Esses efeitos incluem o acúmulo de gordura corporal, distribuição para depósitos centrais e viscerais, aumento do risco de doenças metabólicas, cardiovasculares e sarcopenia precoce (COELHO-JUNIOR et al., 2019; KELLY et al., 2019; MAGGE et al., 2019; DE ASUA et al., 2014; BASTIAANSE; HILGENKAMP; ECHELD; EVENHUIS, 2012). O Quadro 1 apresenta um resumo desses e de outros efeitos da SD no declínio estrutural e funcional.

Diante disso, é necessário considerar se o treinamento de resistência (TR) é adequado para a população com SD, uma vez que é uma forma segura, efetiva e recomendada de exercício físico para crianças e adultos sem deficiência (FAIGENBAUM, 2000; FAIGENBAUM; MYER, 2010; FRAGALA et al., 2019; IVERSEN; NORUM; SCHOENFELD; FIMLAND, 2021), além de pessoas com deficiência intelectual (JACINTO et al., 2021; SUGIMOTO et al., 2016). Uma revisão recente demonstrou os benefícios do TR em diferentes faixas etárias na atenuação da perda de massa muscular e força muscular (ABOU SAWAN et al., 2023). Quando combinado com exercícios aeróbicos, esse tipo de treinamento também pode melhorar a composição corporal, a função cognitiva, a função mitocondrial, a homeostase de glicose e a mobilidade (ABOU SAWAN et al., 2023).

Além disso, foi demonstrado que a intensidade baixa e moderada de TR (50-75% de 1RM) aumentou o remodelamento da proteína muscular e a capacidade oxidativa mitocondrial, impactando diretamente a saúde metabólica em obesos sem SD. A inatividade e o TR também afetam a função física e cognitiva ao longo da vida, com o comportamento sedentário comprometendo a função cognitiva e diminuindo a capacidade funcional (ABOU SAWAN et al., 2023).

Estudos demonstram que o aumento da prática de TR em crianças e adolescentes pode prevenir lesões em diferentes práticas esportivas, aumentar o bem-estar psicossocial, a massa muscular e óssea e diminuir o percentual de gordura (FAIGENBAUM, 2000; FAIGENBAUM; MYER, 2010).

Quadro 1. Resumo dos efeitos da Síndrome de Down nos declínios estruturais e funcionais.

VARIÁVEIS	MUDANÇAS TÍPICAS	FUNCIONALIDADE
Função Muscular		
<i>Performance e Controle Motor</i> (MAÏANO; HUE; LEPAGE; MORIN et al., 2019; LIN; WUANG, 2012; RIGOLDI; GALLI; ALBERTINI, 2011; TAYLOR; FERNHALL, 2010)	O tempo de reação é aumentado em indivíduos com SD. A velocidade de movimento como o teste de subir e descer, escada ou teste de agilidade é maior.	Afeta o tônus muscular e, conseqüentemente, a coordenação motora. Assim, o movimento será menos eficaz. Além disso, o tempo de aprendizado da tarefa é maior.
<i>Flexibilidade e amplitude de movimento articular.</i> (TSOU; BULOVA; CAPONE; CHICOINE et al., 2020; FOLEY; KILLEEN, 2019; ANGELOPOULOU et al., 1999)	A amplitude de movimento é maior em indivíduos com SD, principalmente na abdução do quadril. A flexibilidade excessiva na abdução do quadril pode ocorrer devido à hipotonia, hipoplasia da pelve e acetábulo raso.	A maturação das estruturas articulares e do sistema neuromuscular reduz gradualmente a flexibilidade e a amplitude de movimento com o avançar da idade.
Função Cardiovascular		
<i>Função Vascular</i> (HILGENKAMP; et al., 2018; HU; YAN; RANADIVE; AGIOVLASITIS et al., 2013)	Reserva vascular é diminuída e respostas de rigidez arterial embotadas após exercício máximo são observadas em indivíduos com SD. Além disso, eles reduziram a regulação periférica do fluxo sanguíneo em resposta aos estímulos simpáticos.	Indivíduos com SD têm diâmetros braquiais e taxa de cisalhamento menores. Isso implicará na regulação do fluxo sanguíneo periférico. Além disso, a disfunção autonômica afeta a regulação sistêmica e o fluxo sanguíneo periférico, impactando diretamente na capacidade de vasoconstrição de diferentes sistemas, principalmente músculo esquelético e cardiovascular, durante o exercício.
<i>Incompetência cronotrópica</i> (FERNHALL; MENDONCA; BAYNARD, 2013; GUERRA; LLORENS; FERNHALL, 2003)	A maioria dos indivíduos com SD apresenta incompetência cronotrópica, independente da idade e sexo. A frequência cardíaca máxima é de 25 a 30 batimentos.min-1 menor quando comparada a pessoas sem deficiência.	A disfunção cronotrópica limita a tolerância ao exercício.

Continua...

VARIÁVEIS	MUDANÇAS TÍPICAS	FUNCIONALIDADE
Capacidade Funcional		
<i>Cinemática de caminhada</i> (HENDERSON; FERREIRA; WU, 2021; BEERSE et al., 2019)	A velocidade de caminhada é mais lenta. O comprimento da passada é mais curto e largo. Todos os parâmetros espaço-temporais apresentam maior variabilidade, exceto a largura do passo e o ângulo de rotação do pé.	Implicações para a função física (por exemplo, menor capacidade de trabalho) e risco de queda.
<i>Força de preensão palmar</i> (SUAREZ-VILLADAT et al., 2019; FERNHALL; MENDONCA; BAYNARD, 2013)	A força isométrica máxima é duas vezes menor independentemente da idade em indivíduos com SD.	Melhorar a força de preensão palmar nessa população com SD é necessário, pois a perda de força muscular é associada à mortalidade prematura, menor capacidade funcional e morbidade metabólica.
Antropometria		
<i>Estatura</i> (AGIOVLASITIS; JIN; YUN, 2020; ZEMEL et al., 2015)	A baixa estatura foi associada a síndrome genética.	A altura diminui significativamente com a idade avançada.
<i>Índice do músculo esquelético (IME)</i> (COELHO-JUNIOR et al., 2019)	Maior IME foi positivamente correlacionado com redução da circunferência da cintura e quadril e da massa gorda.	A perda de massa magra e massa óssea reduz o IME. Baixo IME é um conhecido preditor de morbidade e mortalidade.
<i>Adiposidade regional</i> (DE ASUA et al., 2014; DE WINTER; et al., 2012)	Adultos com SD têm maior obesidade abdominal do que seus pares sem SD. A prevalência de adiposidade regional foi de 46% em adultos com DI.	Indivíduos com SD com acúmulo de gordura visceral apresentam maiores taxas de resistência à insulina.
Metabolismo		
<i>Alterações metabólicas</i> (PHILLIPS et al., 2013; FLORE et al., 2008; FERNHALL et al., 2005)	A taxa metabólica de repouso e a oxidação de gordura (durante o exercício submáximo) são menores em indivíduos com SD.	Isso pode influenciar diretamente a utilização do substrato durante o exercício e impactar na redução de tempo de prática.

Legenda: SD, Síndrome de Down; TR, Treinamento de resistido; FC, Frequência cardíaca; IMC, Índice de massa corporal; IME, Índice do músculo esquelético; DI, Deficiência Intelectual.

No entanto, é essencial considerar algumas recomendações para garantir a eficácia do TR em crianças e adolescentes, tais como: utilizar exercícios com peso corporal e aparelhos adaptados; escolher exercícios multiarticulares e pliométricos de baixa intensidade; definir a taxa de progressão com base no número de repetições e séries; adotar métodos de força máxima, como 1RM ou 10 repetições máximas; e definir um modelo de programa de treinamento a ser realizado, como o método linear (FAIGENBAUM, 2000; FAIGENBAUM; MYER, 2010). Essas mesmas recomendações são utilizadas para prescrição segura e adequada em pessoas com deficiência intelectual (JACINTO et al., 2021).

Estudos apontam que a maioria das lesões relacionadas ao TR em jovens com e sem deficiência é resultado de supervisão profissional inadequada, mau uso das técnicas de exercício e cargas inadequadas de treinamento (FAIGENBAUM; MYER, 2010; FAIGENBAUM et al., 2009; SUGIMOTO et al., 2016; JACINTO et al., 2021). Por outro lado, a literatura indica que o TR é seguro, socialmente desejável e uma opção viável de exercício físico, além de ser eficaz na melhoria da força dos membros superiores e inferiores em adultos com SD (SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS et al., 2010). Shields et al. (2008) destacam a importância da realização do TR em grupo, transformando o exercício físico em uma atividade social e econômica, e 92% dos praticantes com SD consideram o TR uma modalidade bem aceita.

Nesse sentido, Melo et al. (2022) avaliaram os efeitos da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) em diferentes grupos musculares (leg press [LEP] e preensão manual isométrica [IHG]) nas respostas cardiovasculares e de óxido nítrico (NO) em adolescentes com e sem SD, a fim de verificar a segurança e a confiabilidade do exercício. Os resultados mostraram que adolescentes com SD apresentam menor resposta cardiovascular em repouso e após testes de CIVM e maior resposta de NO após o exercício em comparação com o grupo sem SD. Além disso, adolescentes com SD tiveram menor força de IHG absoluta e relativa em comparação com aqueles sem SD, sendo que a diferença média entre os grupos (12,61 - 15,31 kg) foi maior do que a menor diferença real (SRD) de 11,38 kg.

Esse resultado indica a aplicabilidade clínica do TR para essa população, uma vez que a diminuição da IHG está associada ao aumento do risco de mortalidade prematura em adolescentes. A redução da força muscular de IHG em indivíduos com SD pode ocorrer em função das características antropométricas da mão, frouxidão ligamentar e hipotonia (FOLEY; KILLEEN, 2019), bem como redução do volume no hipocampo, cerebelo e na substância branca do córtex motor (SHIOHAMA et al., 2019).

Ainda relacionado a força muscular, estudo prévio demonstrou que a partir dos 11 anos adolescentes com SD tem menor força muscular isocinética na extensão de joelho, sendo que a diferença encontrada foi 1,0 torque (Nm x cm pela estatura) aos 17 anos quando comparado aos adolescentes sem SD (CIONI et al., 1994). Cabe destacar que, indivíduos com SD tem alterações musculoesqueléticas como frouxidão articular e hipotonia muscular que irão influenciar diretamente na deambulação e funcionalidade. Isso irá contribuir no risco de quedas e lesões musculoesqueléticas, distúrbios motores, baixa aptidão física e atraso na aquisição do desenvolvimento motor durante a infância (FOLEY; KILLEEN, 2019). Apesar dos indivíduos com SD terem menor força e resistência muscular e anomalias musculoesqueléticas, estudos demonstra o aumento e a melhorar da força muscular nos membros superiores e inferiores em adultos treinados após 10 semanas de TR (SHIELDS et al.,2008; SHIELDS et al., 2010).

Assim, para compreender quais as anomalias musculoesqueléticas mais frequentes em crianças e adolescentes em SD, um estudo longitudinal avaliou 503 participantes por um período de 18 meses, a amostra contou com 56% de meninos , com a idade mediana de 8,1 anos (0,6 – 19,2). Desses, 92% tinham trissomia 21 livre, 5% era mosaico, 1% Translocação Robertsoniana e 2% presumia ser trissomia 21 livre. Foi encontrado que 91% dos participantes com SD tinha o pé plano, como demonstrado na figura 8. Além de vinte e duas outras anomalias musculoesqueléticas identificadas (Figura 9) (FOLEY; KILLEEN, 2019). Ainda, o atraso na deambulação era comum, ocorrendo com idade média de 28 meses (12-84). Esses resultados são de suma importância para haver uma prescrição adequada e segura do exercício físico.



Figura 8. Pé plano, destacando a incapacidade do calcâneo sair da eversão em uma criança com síndrome de Down. Figura do estudo de Foley e Killeen (2018).

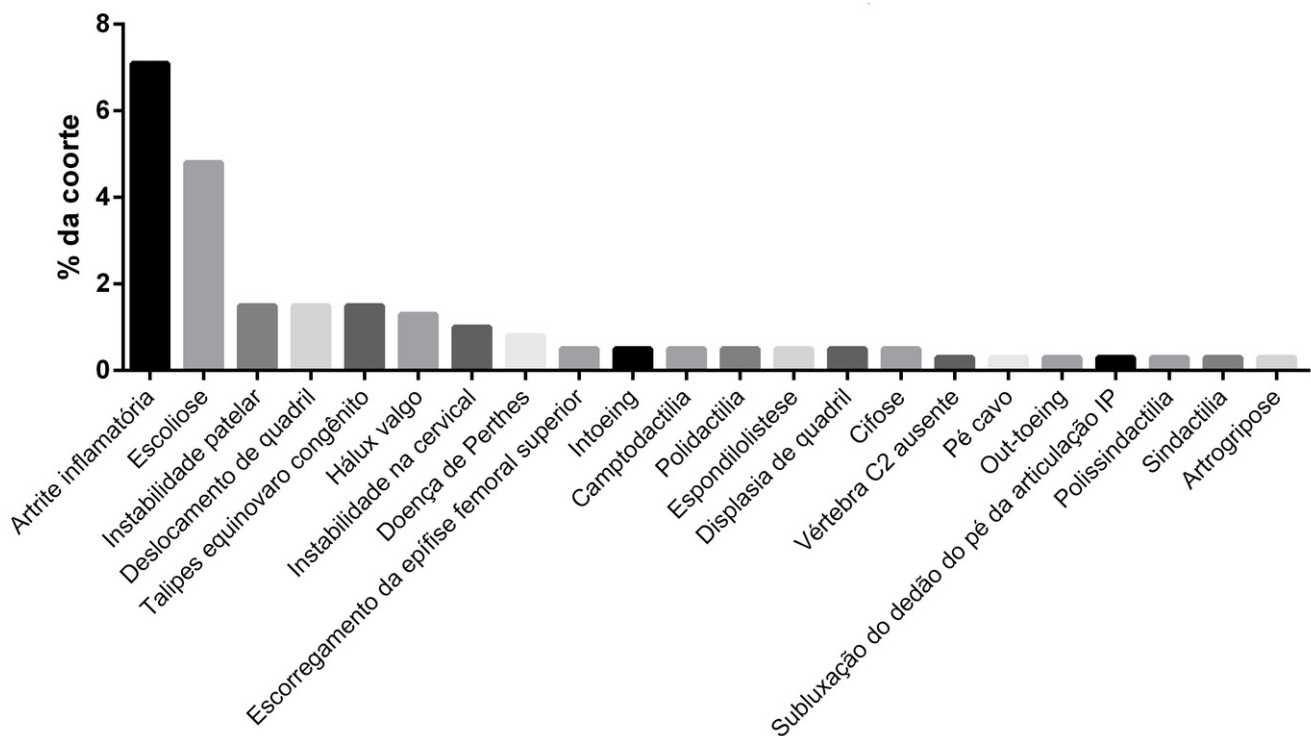
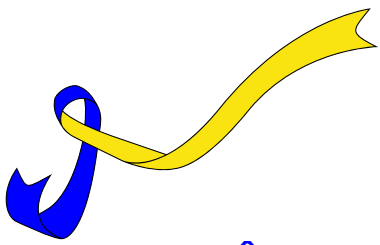


Figura 9. Anomalias musculoesqueléticas detectadas em uma coorte de crianças e adolescentes com Síndrome de Down. Gama de outras anomalias musculoesqueléticas relatadas e adaptada do estudo de Foley e Killeen (2018).

A prescrição adequada é fundamental, no entanto, estudos salientam que o apoio dos familiares é muito importante para adesão e permanência no TR (SHIELDS et al., 2008; SHIELDS et al., 2010; SHIELDS et al., 2013). A partir desse contexto, hábitos de estilo de vida saudável, neste caso, o exercício físico, devem ser estabelecidos desde a infância a fim de que tenham continuidade na idade adulta (SUGIMOTO; BOWEN; MEEHAN III; STRACCIOLINI, 2016). No entanto, 80% das pessoas com SD estão acima do peso e, além de ter 10 vezes mais chances de morrer de diabetes do que população geral (TSOU et al., 2020). Bem como esse estilo de vida contribui não apenas para os níveis reduzidos de aptidão física e o aumentar risco de problemas de saúde, mas reduz as oportunidades laborais, sociais e recreativas (DODD et al. (2005).

Portanto, TR seria uma alternativa não-farmacológica para atenuar ou aumentar a força e massa muscular de adolescentes e adultos com SD. Embora, se faz necessário estabelecer todos os cuidados como adaptações e adesão ao exercício desde a infância, a fim de explorar os benefícios potenciais da TR em adolescentes e adultos com várias condições médicas, incluindo a deficiência intelectual. Além disso, Shields et al. (2010) destacam que a melhora na força muscular influencia diretamente nas atividades de vida diária e trabalho em adultos, pois o mercado de trabalho para o público com SD envolve mais habilidades manuais e capacidades físicas, como a força do que as habilidades cognitivas.



EVIDÊNCIA PARA PRESCRIÇÃO DE TREINAMENTO RESISTIDO EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DE DOWN

Para identificar o melhor protocolo para o treinamento resistido em indivíduos com SD realizamos **uma revisão científica** baseada no nível de evidência, de modo a apresentar os caminhos mais robustos e eficientes para essa prática.

A força da evidência foi baseada e adaptada das diretrizes do *American College of Sports Medicine* (ACSM) (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009), do *Health Care Research and Quality* (AHRQ) (WEST, et al., 2002); e do sistema de classificação de evidências do *National Heart Lung and Blood Institute* (Diretrizes Clínicas sobre a Identificação, Avaliação e Tratamento do Sobrepeso e Obesidade em Adultos — A Evidência Relatório Institutos Nacionais de Saúde, 1998). Essas diretrizes foram utilizadas para avaliar os manuscritos publicados e determinar os estudos sobre pessoas com SD e TR. Os estudos selecionados foram classificados conforme os níveis de evidências daqueles posicionamentos postulados:

1. **Nível de evidência A** (rico corpo de dados): Ensaios controlados randomizados que preencheram as principais questões deste estudo e população com randomização, cegamento, intervenções, desfechos, análise estatística, resultados, discussão e financiamento com uma grande amostra e resultados apontando na mesma direção. Também apresentou um número substancial de estudos envolvendo um número substancial de participantes;

2. **Nível de evidência B** (corpo de dados limitado): número limitado de ensaios clínicos randomizados (ECRs) ou post-hoc de análise de subgrupo de ECRs, ou meta-análise de ECRs que preencheram todas as questões-chave como questão do estudo, população do estudo, randomização, cegamento, intervenções, resultados, análise estatística, resultados, discussão e financiamento;

3. **Nível de evidência C** (ensaios não randomizados e estudos observacionais): estudos observacionais e não controlados; e

4. **Nível de evidência D** (julgamento consensual do painel): opinião consensual de especialistas, estudos de caso e consenso dos membros do painel com base na experiência clínica ou conhecimento que não atende aos critérios listados acima.

A seção a seguir apresenta uma visão geral dos programas de TR em indivíduos com SD com foco específico na administração de programas seguros, eficazes e agradáveis de TR. A Quadro 2 apresenta uma visão geral das recomendações para a aplicação do TR em pessoas com SD

Quadro 2. Resumo das recomendações para prescrição individualizada do treinamento resistido em indivíduos com SD.

	Recomendação baseada em evidências	Categoria de evidência
<i>Evidências para prescrever o treinamento de resistido.</i>		
Frequência	Grupos musculares grandes e pequenos devem ser treinados 2 a 3 vezes por semana.	B/C
Duração dos programas de treinamento	As durações dos programas de treinamento variaram de 6 a 21 semanas, mas estudos que prescrevem 12 semanas foram mais frequentes.	B/C
Duração da sessão (min)	A estrutura seguiu aquecimento, treino e volta a calma com duração variando entre 20 e 60 minutos.	B/C
Teste de Carga	1-Repetição máxima (1-RM)	C
	6 RM	C
	8 RM	B
	10 RM	C
	12 RM	B
Carga	60-80% de 1-RM (intensidade moderada a forte)	B
	50-70% 1RM (intensidade moderada)	B
	50% de 1-RM (intensidade de leve)	C
	40-65% dos 8RM (intensidade muito leve a moderada)	B
	40-50% 8RM (intensidade muito leve a leve)	B

Continua...

	Recomendação baseada em evidências	Categoria de evidência
Tipo de exercício	Grandes e pequenos grupos musculares (braços e pernas/ bilateral)	B/C
	Uma variedade de equipamentos de exercício e/ou peso corporal pode ser usados para realizar esses exercícios.	B/C
Repetições	6- 12 repetições são recomendadas para melhorar a força na maioria dos adultos	B/C
	30 repetições ou repetições até a falha são recomendadas para melhorar a resistência muscular	B
Séries	Duas a três séries são as recomendadas para a maioria dos adultos para melhorar a força	B
	6 séries são eficazes para melhorar o treino abdominal	B
Descanso entre as séries (s)	Intervalos de descanso de 90s entre cada série de repetições são eficazes.	B
Execução	Até a falha concêntrica ou quando o esquema de repetição planejado for concluído	B
Progressão	Recomenda-se uma progressão gradual de maior resistência e/ou mais força e/ou aumento da intensidade.	B/C

Legenda: SD, Síndrome de Down; RM, Repetição Máxima; TR, Treinamento de Resistido. Categorias de evidência: A, ensaios clínicos randomizados (rico corpo de dados); B, ensaios clínicos randomizados (corpo limitado de dados), C, ensaios não randomizados, estudos observacionais; D, julgamento de consenso do painel de *National Heart Lung and Blood Institute (Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health, 1998)*.

CARGA DE EXERCÍCIO

Os programas de TR apresentaram diferentes avaliações da intensidade do treinamento dependendo do objetivo de cada estudo. A intensidade foi avaliada pelo teste de 1 repetição máxima (1-RM) (ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021; DILEK et al., 2018; SHIELDS; TAYLOR; WEE; WOLLERSHEIM et al., 2013; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013; GUPTA; RAO; KUMARAN, 2011; SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS; TAYLOR; DODD, 2008; WEBER; FRENCH, 1988), 6 repetições máximas (6RM) (POST et al., 2022); 8 repetições máximas (8RM) (DIAZ et al., 2021; FORNIELE et al., 2014; FLORENTINO NETO; PONTES; FERNANDES FILHO, 2010; DAVIS; SINNING, 1987), 10 repetições máximas (10RM) (COWLEY et al., 2011) ou 12 repetições máximas (12RM) (SERON et al., 2017; SERON et al., 2015; SERON; SILVA; GREGUOL, 2014; FLORENTINO NETO; PONTES; FERNANDES FILHO, 2010).

Após a aplicação dos diferentes testes de RM, a intensidade foi expressa por meio do percentual dessa carga que variou entre 50% do 1-RM (GUPTA; RAO; KUMARAN, 2011; SHIELDS; TAYLOR; DODD, 2008; WEBER; FRENCH, 1988); 50 – 70% 1-RM (DILEK et al., 2018); 60-80% 1-RM (SHIELDS et al., 2013); 40-50% e 8RM (ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021) e 40-65% e 8RM (DIAZ et al., 2021; FORNIELES; ROSETY et al., 2014; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013).

Observou-se que os estudos não atenderam às recomendações sugeridas pelo ACSM, que sugere 75-80% de 1-RM para pessoas sem deficiência (RIEBE; EHRMAN; LIGUORI; MAGAL et al., 2018). No entanto, apesar de apresentar uma gama de diferentes intensidades, os resultados somativos identificaram efeitos benéficos do TR nas pessoas com SD.



Recomendações. Deve-se considerar a prescrição com baixa carga (50% 1-RM ou 40-50% 8RM), essa intensidade é uma alternativa eficiente para indivíduos com SD nas fases iniciais de um programa de treinamento resistido.

VOLUME

O volume da sessão no treinamento de força é compreendido pelo número de repetições de um exercício, sendo esse o somatório das repetições nas séries e dos diferentes exercícios para o mesmo ou diferentes grupamentos musculares.

O número de séries por exercício variou de uma a seis; conforme a periodização do treinamento proposta pelos objetivos dos estudos (POST et al., 2022; DIAZ et al., 2021; ROSETY- RODRIGUEZ et al.,2021; SHIN; JEONG, 2021; DILEK et al., 2018; SERON et al., 2017; GHAEENI; BAHARI; KHAZAEI, 2015; SERON et al., 2015; FORNIELES et al., 2014; SERON; SILVA; GREGUOL, 2014; ROSETY- RODRIGUEZ; et al.,2013; SHIELDS et al., 2013; GONZÁLEZ-AGÜERO et al.,2012; COWLEY et al., 2011; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2011; GUPTA; RAO; KUMARAN, 2011; FLORENTINO NETO; PONTES; FERNANDES FILHO, 2010; SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS; TAYLOR; FERNHALL, 2010; TSIMARAS; FOTIADOU, 2004; WEBER; FRENCH, 1988; DAVIS; SINNING, 1987). No entanto, a maioria implementou duas ou três séries de cada exercício, com apenas um estudo utilizando seis séries (GHAEENI; BAHARI; KHAZAEI,2015).

O ACSM identificou haver um aumento progressivo da força muscular resultante de adaptações fisiológicas (por exemplo, adaptação neural) ao TR em indivíduos não treinados (SIDDIQUE; RAHMAN;FRAZER; PEARCE et al.,2020; RIEBE; EHRMAN; LIGUORI; MAGAL et al., 2018). Assim, em indivíduos sedentários, doses mínimas de treinamento podem promover maiores aumentos de força (RHEA; ALVAR; BURKETT; BALL, 2003). No entanto, o número de repetições por séries variou entre 4 e 30, mas 67% dos estudos prescreveram de 6 a 12 repetições. (ROSETY-RODRIGUEZ et al.,2021; DIAZ et al., 2021; SERON et al., 2017; SERON et al., 2015; SERON et al., 2014; FORNIELES et al., 2014; SHIELDS et al., 2013; ROSETY -RODRIGUEZ et al., 2013; GUPTA et al., 2011; COWLEY et al., 2011; SHIELDS; TAYLOR, 2010; FLORENTINO NETO et al., 2010; SHIELDS et al., 2008; DAVIS; SINNING, 1987). Além disso, a prescrição de 6 a 12 repetições foi relacionada ao método de avaliação de 1-RM e repetições máximas.

Alguns estudos aplicaram exercícios de circuito que utilizaram o tempo como parâmetro em cada estação para realizar repetições máximas (SHIN; JEONG, 2021; GONZÁLEZ-AGÜERO; VICENTE- RODRÍGUEZ; GÓMEZ-CABELLO; ARA et al., 2012; GONZÁLEZ-AGÜERO; VICENTE-RODRÍGUEZ; GÓMEZ-CABELLO; ARA et al., 2011; TSIMARAS; FOTIADOU, 2004; WEBER; FRENCH, 1988). Assim, o volume do treinamento dependeu do número de repetições e séries, ordem dos exercícios e frequência semanal.

Outro ponto que merece destaque é a utilização do princípio da sobrecarga progressiva, que aumenta gradativamente a volume do exercício ao longo do

programa, independentemente do equipamento utilizado (peso corporal, faixas elásticas, pesos livres, ou aparelhos de musculação).

A progressão do volume dependerá da individualidade biológica do participante e do número de semanas de duração do treinamento. O princípio da sobrecarga progressiva pode ser modificado aumentando o número de séries e repetições, reduzindo o intervalo de descanso ou aumentando o percentual da carga de treinamento (RIEBE; EHRMAN; LIGUORI; MAGAL et al., 2018). Vale a pena notar que 60% de 1-RM aumenta a massa muscular e a força em indivíduos com desenvolvimento típico e não treinados (RHEA; ALVAR; BURKETT; BALL, 2003).

Um estudo demonstrou que TR duas vezes por semana durante seis semanas levou a adaptações iniciais com aumento da massa muscular e força muscular em adultos treinados recreativamente; a hipertrofia muscular ocorreu independentemente do estilo de periodização utilizado (SOUZA; UGRINOWITSCH; TRICOLI; ROSCHEL et al., 2014).



Recomendações. Os programas de intervenção recomendam a realização de duas a três séries por grupo muscular e, para cada série, uma média de 6 a 12 repetições para indivíduos que estão iniciando o TR. Durante a prática, é necessário modificar os estímulos por meio da intensidade ou volume do treino.

INTERVALO DE DESCANSO

A duração do intervalo de descanso entre as séries variou de 10 a 120 segundos, com a maioria dos estudos mostrando um intervalo de descanso de 90s (DIAZ et al., 2021; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013; FORNIELES et al., 2014). Uma revisão narrativa recente relatou que intervalos de descanso de um a dois minutos são suficientes para maximizar os ganhos de força muscular em indivíduos não treinados sem SD (IVERSEN et al., 2021).



Recomendações. Indivíduos com SD sedentários necessitam um a dois minutos de descanso entre as séries devido à tolerância ao exercício físico em função da disfunção mitocondrial. Já indivíduos com SD treinados podem considerar períodos de descanso mais longos (por exemplo, intervalos de descanso ≥ 90 s). No entanto, os intervalos de descanso podem ser modificados por diferentes métodos de treinamento; por exemplo, os intervalos de descanso do treinamento em circuito são mais curtos do que o TR tradicional.

DURAÇÃO

As sessões foram estruturadas da seguinte forma aquecimento, fase principal e retorno à calma. O tempo, ou duração, das sessões variou entre 20 e 60 minutos (SHIN et al., 2021; DILEK et al., 2018; SERON et al., 2017; GHAEENI; BAHARI; KHAZAEI, 2015; SERON et al., 2015; SERON et al., 2014; SHIELDS et al., 2013; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2012; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2011; TSIMARAS; FOTIADOU, 2004), seguindo as diretrizes do ACSM (RIEBE et al., 2018). Deve-se notar que muitos estudos não mencionaram a duração da sessão (POST et al., 2022; DIAZ et al., 2021; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021; FORNIELES et al., 2014; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013; COWLEY et al., 2011; GUPTA et al., 2011; SHIELDS, TAYLOR, 2010; SHIELDS et al., 2008; WEBER, FRENCH, 1988; DAVIS, SINNING, 1987), por ser mais comum relatar séries e esquemas de repetição opostos às durações das sessões.



Recomendações. A literatura recomenda 40 minutos de exercício físico, incluindo aquecimento, treinamento e volta à calma.

FREQUÊNCIA

A frequência variou entre duas e três vezes por semana, com maior frequência de três sessões (DIAZ et al., 2021; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021; SHIN; JEONG, 2021; DILEK et al., 2018; GHAEENI et al., 2015; FORNIELES et al., 2014; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013; GUPTA et al., 2011; FLORENTINO NETO et al., 2010; TSIMARAS; FOTIADOU, 2004; WEBER; FRENCH, 1988; DAVIS; SINNING, 1987). Essa frequência de exercícios segue a recomendação estabelecida pelo ACSM (RIEBE et al., 2018). Demonstrou-se que treinar duas vezes por semana leva a excelentes resultados em ganhos de força muscular em membros superiores e inferiores, melhora da capacidade funcional, redução do percentual de gordura e aumento da massa magra em uma população com SD (SHIELDS et al., 2013; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2012; COWLEY et al., 2011; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2011b; SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS et al., 2008).



Recomendações. Indivíduos com SD devem realizar TR no mínimo duas vezes por semana.

DURAÇÃO DOS PROGRAMAS DE TREINAMENTO

A duração dos programas variou de 6 a 24 semanas, com a maioria dos estudos tendo uma média de pelo menos 12 semanas (DIAZ et al., 2021; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021; SERON et al., 2017; SERON et al., 2015; FORNIELES et al., 2014; SERON et al., 2014; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013; FLORENTINO NETO et al., 2010; TSIMARAS; FOTIADOU,2004). Programas de intervenção de curto prazo (com duração de 6 semanas) tiveram efeitos positivos na força e equilíbrio dos membros superiores em adolescentes com SD (WEBER; FRENCH, 1988; GUPTA et al., 2011). No entanto, estudos com maior duração (21 e 24 semanas) também resultaram em adaptações positivas na composição corporal em adolescentes com SD (DILEK et al.,2018; GONZÁLEZ-AGÜERO et al.,2012; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2011b). Porém, mais estudos de longo prazo são necessários para compreender as respostas fisiológicas do treinamento de TR na população com SD em diferentes faixas etárias.



Recomendações. A prescrição de TR por pelo menos 6 semanas já indica resultados satisfatórios na melhora da força muscular e equilíbrio. No entanto, indivíduos com SD terão efeitos adicionais com TR, como aumento da massa magra e massa óssea se o TR durar 12 semanas ou mais.

TIPOS DE EXERCÍCIO

Os exercícios incluídos nesta revisão trabalharam os músculos dos membros superiores e inferiores, bem como do tronco, divididos em multiarticulares e monoarticulares.

Exercícios multiarticulares

- Músculos quadríceps femoral, glúteo máximo e adutor magno.

p.e. *Leg press, leg press* sentado; saltos; *deadlift* e agachamento livre

- Músculos isquiotibiais.

p.e. levantamento terra; flexão de perna em pé com pesos no tornozelo; *stiff* unilateral

- Músculos das costas.

p.e. remada unilateral, remada sentada, puxada para baixo, remada vertical, puxada para baixo do grande dorsal, puxada para baixo, remada lateral, remada frontal

- Músculos do peitoral.

p.e. supino; supino sentado; flexões; flexões na parede).

- Músculos do abdômen.

p.e. exercícios abdominais em suas diferentes variantes (*abdominal crunch*).

Exercícios monoarticulares

- Músculo bíceps.

p.e. bíceps roscado; rosca direta de braço e rosca bíceps com cabo

- Músculo tríceps.

p.e. extensão de tríceps; rosca direta de tríceps, tríceps push down; extensão de tríceps com cabo; tríceps francês

- Músculos dos ombros.

p.e. desenvolvimento; elevação frontal e elevação lateral

- Músculos da panturrilha.

p.e. panturrilha sentada; panturrilha em pé; elevação de panturrilha com pesos de tornozelo; elevação de calcanhar

- Músculos do quadríceps.

p.e. cadeira extensora

- Músculos isquiotibiais.

p.e. cadeira flexora e mesa flexora

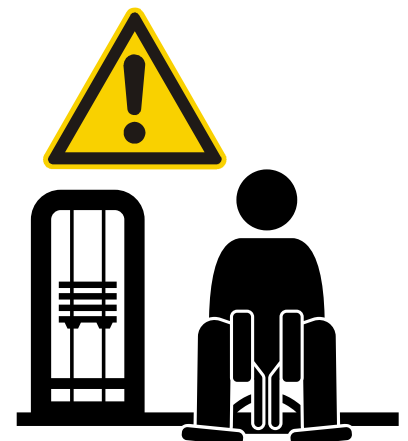
- Músculo do quadril.

p.e. flexão de quadril; abdutores; adutores e extensores em pé com pesos de tornozelo.

Além disso, três estudos incluíram pliometria com diferentes formas de execução (salto vertical em pé, salto com corrida, salto da caixa (Drop Jump), salto da caixa associado a salto horizontal) para os membros inferiores (SHIN, JEONG, 2021; DILEK et al., 2018; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2012; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2011b; TSIMARAS; FOTIADOU, 2004).

Diferentes tipos de equipamentos foram usados (máquinas de musculação, halteres, sacos de areia, bandas elásticas, medicineball, peso corporal e pesos livres) para sobrecarregar o grupo muscular primário e controlar a carga de treinamento (IVERSEN et al., 2021).

Na maioria dos estudos, o exercício em máquinas foi escolhido por orientar o movimento e ser mais seguro na fase inicial do treinamento (DIAZ et al., 2021; IVERSEN et al., 2021; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021; WEBE; FRENCH, 1988; SHIELDS et al., 2008; SHIELDS, TAYLOR, 2010; SERON et al., 2017; SERON et al., 2015; FORNIELES et al., 2014; SERON et al., 2014; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013; SHIELDS et al., 2013; COWLEY et al., 2011).



A literatura recomenda que os exercícios selecionados sejam simples e de fácil compreensão para PCDs. Além disso, os profissionais de Educação Física devem proporcionar o acompanhamento personalizado para instruir e demonstrar cada exercício de diferentes maneiras para o indivíduo poder realizá-lo corretamente (JACINTO; OLIVEIRA; BRITO; MARTINS et al., 2021; DUPLANTY; VINGREN; KELLER, 2014). Portanto, um período de familiarização com os exercícios é essencial para que os indivíduos com SD aprendam a execução correta do movimento, eliminem o medo de usar o equipamento e aprendam o movimento para haver efeitos positivos do TR (JACINTO et al., 2021; DUPLANTY et al., 2014). A depender do nível cognitivo o acompanhamento pelo profissional poderá ser mais menos intenso, tendo em vista que em casos de deficiência intelectual mais leve o indivíduo poderá aprender rotinas e ter mais independência em alguns exercícios.



Recomendações. Profissionais de Educação Física, fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais devem considerar o uso das máquinas de TR para realizar exercícios multiarticulares e monoarticulares para membros inferiores e superiores, por haver maior controle e precisão do movimento na população com SD.

O infográfico mostra o resumo sobre as recomendações para prescrição do treinamento de resistência para indivíduos com Síndrome de Down.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA PARA INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DE DOWN

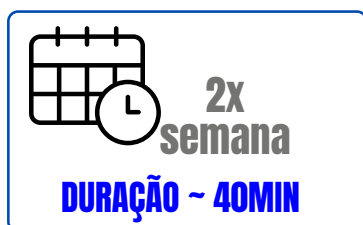
1º PASSO: ANAMNESE

Conhecer as características da Síndrome de Down

- Hipotonia muscular e frouxidão ligamentar
- Cardiopatia congênita
- Envelhecimento precoce
- Redução do Equilíbrio
- Redução da força e massa muscular
- Pé Plano
- Instabilidade Atlantoaxial
- Dificuldades na comunicação
- Risco de Síndrome Metabólica
- Risco de Doença de Alzheimer

Comunicação
Oportunidade
Respeito
Ludicidade

2º PASSO: PRESCRIÇÃO DO TREINAMENTO



COMECE PELO SIMPLES

2 a 3 SÉRIES

10 a 12 REPETIÇÕES

90s INTERVALOS DE DESCANSO

6 TIPOS DE EXERCÍCIOS

GRANDES E PEQUENOS GRUPOS MUSCULARES (BRAÇOS E PERNAS/ BILATERAL)
+ TREINO DE EQUILÍBRIO E ABDOMINAL



PARA SABER +



MELO, GLR, ET AL. CONHECENDO A SPECIAL OLYMPICS - SANTOS: PARADESPORTO BRASIL + ACESSÍVEL, 2023. --P. 15: IL: COLOR. ISBM: 978-65-00-70188-3. DOI: 10.13140/RG.2.2.20662.88644





SAÚDE E POTENCIAIS BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO RESISTIDO EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DE DOWN

FORÇA MUSCULAR

A literatura mostra que o TR é uma opção segura, socialmente desejável e viável para indivíduos com SD ao longo da vida (SUGIMOTO et al., 2016; SHIELDS et al., 2013; SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS et al., 2008; WEBER; FRENCH, 1988; DAVIS; SINNING, 1987). O TR melhora a força muscular em indivíduos com SD representada por aumentos na força máxima de preensão manual, extensão isocinética do joelho e força de flexão que tiveram uma magnitude de mudança de 19% e 27%, respectivamente, quando comparado ao grupo controle (COWLEY et al., 2011; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021).

Shields e colaboradores (2013) relataram um aumento de 21–30% na força muscular entre crianças e adultos jovens com SD após 10 semanas de TR. Esses resultados foram corroborados em adolescentes e adultos com SD que utilizaram programas semelhantes de TR (duas vezes por semana durante 10 semanas) (SHIELDS et al., 2008; SHIELDS; TAYLOR, 2010; COWLEY et al., 2011). Os adolescentes experimentaram um aumento de 42% na força muscular dos membros inferiores e os adultos ganharam 25% de força muscular nas extremidades superiores (SHIELDS et al., 2008; SHIELDS; TAYLOR, 2010).

Esses achados positivos são verificados em outros estudos que observaram melhorias na força muscular nos membros superiores e nos membros inferiores após o treinamento (WEBER; FRENCH, 1988; DAVIS; SINNING, 1987). Vale ressaltar que o TR é uma importante modalidade de exercício que faz mais do que simplesmente aumentar a força muscular. Extremidades mais fortes demonstraram melhorar a capacidade funcional e, conseqüentemente, as tarefas diárias e atividades físicas (SHIELDS; TAYLOR, 2010).

O aumento e manutenção da força e massa muscular desde infância é essencial para os indivíduos com SD. Esses apresentaram índices de massa muscular e capacidade física semelhantes ou piores quando comparados com idosos com sarcopenia (COELHO JUNIOR et al., 2019). Melo et al. (2022) utilizaram um parâmetro para rastrear a saúde muscular em adolescentes com SD, o índice de qualidade muscular (IQM), a qual é a razão entre a força de preensão palmar pela massa magra das extremidades superior ou inferior. O estudo mostrou que adolescentes com SD tem menores IQM quando comparado aos adolescentes sem SD, tanto no método avaliado em testes laboratoriais (Densitometria óssea — DEXA e o dinamômetro manual *handgrip*) quanto em protocolos de campo (IMC e *handgrip*), veja na figura 10.

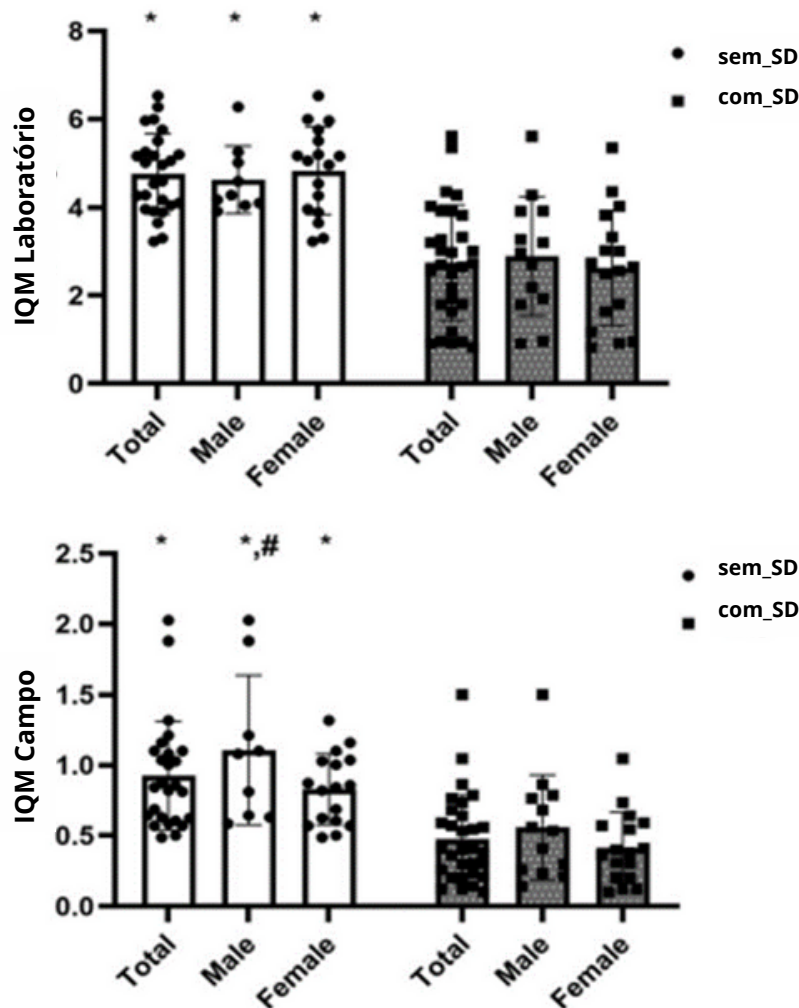


Figura 10. Laboratório e Campo MQI entre adolescentes com e sem SD. Nota: * $p \leq 0,05$ entre os grupos; # $p \leq 0,05$ entre sexo dentro do mesmo grupo; IMQ = índice de qualidade muscular; DS = Síndrome de Down. Figura do estudo de Melo et al., (2022)

Assim, os autores sugerem que IQM obtido por meio de testes de Campo possa ser utilizada na prática clínica diária por ser de fácil aplicação e de baixo custo. Bem como apresenta replicabilidade em diferentes cenários, seja no âmbito escolar, hospitalar, academias, nos esportes, dentre outros.

De maneira que, poderá fazer o rastreamento da saúde muscular nos indivíduos com SD em diferentes contextos socioeconômicos. Logo, a identificação precoce da redução dos valores de IQM, pode neutralizar os possíveis efeitos adversos, como sarcopenia, risco de quedas, hospitalização independente do sexo e da idade.



Recomendações. Indivíduos com SD podem aumentar substancialmente sua força muscular após o TR.

COMO REALIZAR A AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE MUSCULAR - IQM?

IQM de Laboratório

COMO

O IQM de laboratório é a razão entre a força de prensão e a massa muscular do braço (em kg) medida através DEXA



MATERIAL



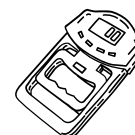
DEXA



Estadiometro



Balança



Handgrip



ONDE



Laboratório



Universidade



Hospital

IQM de Campo

COMO

O IQM baseado em campo pode ser quantificado pela razão entre força de prensão e Índice de Massa Corporal.



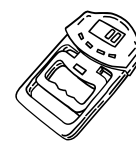
MATERIAL



Estadiometro



Balança



Handgrip



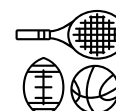
ONDE



Academias



Escolas



Centro esportivos

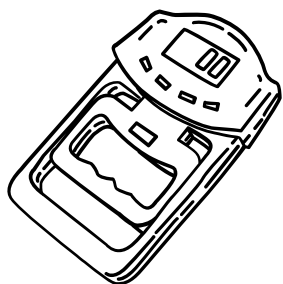
PARA SABER +



MELO, G.; MORAES, M.; NASCIMENTO, E.; BOATO, E. et al. Field-based versus laboratory-based estimates of muscle quality index in adolescents with and without Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 2022.



COMO REALIZAR UMA AVALIAÇÃO NO HANDGRIP?



O teste **Handgrip** é um método padronizado para avaliar a força da mão e dos músculos do antebraço, que tem sido correlacionada com a função da extremidade superior. Além de avaliar a força global. O teste envolve completar três (3) pressões de cada lado e registrando o melhor valor.

Procedimentos

- Usar um dinamômetro de mão com pegada ajustável, para que melhor se adapte ao tamanho da mão e ao comprimento dos dedos do indivíduo (segunda falange), e registrar o ajuste conforme o tipo do dinamômetro.
- Registrar a mão dominante no formulário (mão usada para comer ou escrever).
- Explicar ao aluno/atleta que não deve mover o resto do corpo enquanto realizando o teste. Bem como manter o braço e a mão ao lado com o cotovelo flexionado a 90 graus enquanto realiza o teste.
- O atleta deverá realizar três (3) tentativas de apertar o mais forte que possível.
- O atleta deverá sentar-se ereto com as costas retas, em uma cadeira ou cadeira de rodas para o teste.
- Coloca o marcador em zero.
- Avaliador deverá treinar o atleta para iniciar o teste ao seu sinal, “preparar, apertar, força, bem como estimulá-lo durante o teste com informações verbais.
- Instruir o avaliado a fazer um aperto forte por seis segundos, depois soltar.
- Após o teste, o avaliador deverá registrar a marca alcançada e redefinir o marcador para zero para a próxima tentativa.
- Registrar os resultados de cada tentativa em quilogramas/força.
- O avaliador deverá realizar o teste alternando os lados (direito e esquerdo).
- Registrar o melhor resultado de cada lado.
- Comparar o resultado para cada lado com as normas padronizadas do percentil 10 para idade e sexo*.
- Um resultado abaixo do percentil 10 do normal para idade e sexo pode indicar a necessidade de mais familiarização.

***Consulte a tabela das normas de prensão manual por idade na página seguinte.**

PARA SABER +

FUNFITNESS. <https://resources.specialolympics.org/health/funfitness?locale=en>
CABEZA-RUIZ, Ruth et al. Feasibility and reliability of a physical fitness test battery in individuals with Down syndrome. International journal of environmental research and public health, v. 16, n. 15, p. 2685, 2019.



COMO REALIZAR UMA AVALIAÇÃO NO HANDGRIP?

Limites do percentil 10 de força de preensão manual por idade com as medidas em quilogramas (kgs) em atletas da Special Olympics (FUNFitness, 2023)

Homens			Mulheres				
Idade	Uma mão	Duas mãos	Idade	Uma mão	Duas mãos		
10	5,5	11,0	10	5,0	10,0		
11	8,0	16,0	11	6,0	12,0		
12	11,5	23,0	12	9,0	18,0		
13	14,0	28,0	13	13,0	26,0		
14	19,5	39,0	14	13,5	27,0		
15	27,7	55,0	15	15,5	31,0		
16	34,0	68,0	16	16,5	33,0		
17	35,0	70,0	17	15,5	31,0		
18	40,5	81,0	18	15,5	31,0		
19	42,0	84,0	19	18,0	36,0		
Idade	Direita	Esquerda	Duas mãos	Idade	Direita	Esquerda	Duas mãos
20-24	44,5	40,8	85,3	20-24	21,8	18,6	40,4
25-29	42,6	39,0	81,6	25-29	20,9	17,7	38,6
30-34	40,8	37,2	78,0	30-34	20,4	17,2	37,6
35-39	39,0	35,4	74,4	35-39	19,5	16,3	35,8
40-44	36,3	33,6	69,9	40-44	18,6	15,9	34,5
45-49	34,5	31,3	65,8	45-49	18,1	15,0	33,1
50-54	32,7	29,5	62,1	50-54	17,2	14,5	31,8
55-59	30,8	27,7	58,5	55-59	16,8	13,6	30,4
60-64	28,6	25,4	54,0	60-64	15,9	13,2	29,0
65-69	26,8	23,6	50,3	65-69	15,0	12,2	27,2
70-74	24,5	21,8	46,3	70-74	14,5	11,8	26,3
75-79	22,7	20,0	42,6	75-79	13,6	10,9	24,5
80-84	20,9	18,1	39,0	80-84	13,2	10,4	23,6

PARA SABER +

FUNFITNESS. <https://resources.specialolympics.org/health/funfitness?locale=en>
 CABEZA-RUIZ, R. et al. Feasibility and reliability of a physical fitness test battery in individuals with Down syndrome. International Journal of environmental research and public health, v. 16, n. 15, p. 2685, 2019.



DANOS MUSCULARES

Deve-se considerar que o TR pode induzir a danos musculares, especialmente quando decorrente de prescrição inadequada, ou quando o indivíduo apresenta limitado controle motor, técnica incorreta ou contrações excêntricas excessivas, impactando em dor muscular de início tardio (CLARKSON; HUBAL, 2002). Assim, é imprescindível a realização de um programa de treinamento adequado com progressão de carga e respeitando a individualidade do público com SD, visto que este possui baixa aptidão física, menor força e massa muscular (MELO et al., 2022; COELHO-JUNIOR et al., 2019; FERNHALL et al., 2013).

Essa condição pode ser observada através do estudo de Diaz e colaboradores (2021) que avaliaram o impacto do TR em marcadores de dano muscular em adultos com SD. Os marcadores de dano muscular não apresentaram alterações significativas após 12 semanas de TR, sendo esses: creatina quinase ($196,4 \pm 39,8$ U/L vs. $211,1 \pm 40,7$ U/L), concentração de mioglobina ($63,1 \pm 6,7$ ng/mL vs. $68,4 \pm 7,4$ ng/mL) e atividade do lactato desidrogenase ($128,0 \pm 26,9$ U/L vs. $135,9 \pm 27,8$ U/L). Apesar dessa condição, houve um aumento de 1,5 kg na massa muscular e 0,6 kg/m² no índice músculo-esquelético no grupo de intervenção, enquanto no grupo controle não houve alteração (DIAZ et al., 2021). Outro ponto que merece destaque é a adesão ao TR, que foi de 96% em 12 semanas. Além disso, os participantes não apresentaram lesões ou desistências relacionadas a prática, essas condições são aspectos apresentados de maneira consistente por outros estudos (COWLEY et al., 2011; DIAZ et al., 2021; SHIELDS et al., 2013; SHIELDS et al., 2008).



Recomendações. O dano muscular não se altera após TR usando protocolo de intensidade leve a moderada. Mas são necessárias mais informações para entender a natureza precisada relação entre TR e dano muscular em indivíduos com SD.

CAPACIDADE FUNCIONAL

Para avaliar a capacidade funcional podem ser usados diversos protocolos para mensurar as tarefas funcionais das capacidades físicas de membros superiores e inferiores em adolescentes e adultos com SD. Alguns desses testes são os seguintes: sentar e levantar da cadeira; subir e descer 10 degraus; velocidade de caminhada; teste cronometrado de subir e descer escadas (POST et al. 2022; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013; COWLEY et al., 2011; SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS et al., 2008). O ACSM recomenda uma série de testes de tarefas de trabalho para avaliar a capacidade funcional (RIEBE et al., 2018); estes incluem empilhamento repetitivo de caixas pesadas (*repetitive weighted box-stacking*) e teste de balde (*pail-carry test*) (FORNIELES et al., 2014; SHIELDS et al., 2013).

Programa de TR (10 e 12 semanas) indica que os participantes apresentaram melhora significativa no desempenho em todos os escores de função física dos músculos dos membros inferiores, exceto para o teste cronometrado de subir e descer escadas (SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS et al., 2008). Os mesmos estudos não mostraram diferenças significativas entre os grupos (experimental vs. controle) para atividades funcionais da parte superior do corpo (por exemplo, *grocery shelving task*) (SHIELDS; TAYLOR, 2010; SHIELDS et al., 2008). A análise dos protocolos indica que a intensidade e o volume do treinamento podem ter sido insuficientes para aumentar a capacidade funcional de membros superiores e inferiores. A transferência funcional dos resultados de programa de TR não houve melhora no desempenho das tarefas funcionais de empilhar caixas e carregar baldes de peso, apesar de ter aumentado 21-30% da força muscular (SHIELDS et al., 2013).

Shields et al., (2013) relataram que a especificidade do treinamento e a duração do programa de TR podem ter influenciado os achados, sendo que o teste de empilhamento de caixas normalmente requer um mínimo de 10 semanas de treinamento para mostrar uma mudança significativa. Por exemplo, TR por 12 semanas melhorou o teste *repetitive weighted box-stacking* ($19,1 \pm 3,0$ vs $23,3 \pm 2,7$ caixas/min; $p = 0,0141$) e os escores do *pail-carry test* também melhoraram no grupo de intervenção com SD ($33,1 \pm 5,7$ m vs. $41,8 \pm 6,0$ m; $p = 0,004$) (DIAZ et al., 2021; FORNIELES et al. 2014). Embora a duração possa ter influenciado nos resultados divergentes, pode-se argumentar também que o modelo de treinamento adotado entre os estudos pode ter influenciado os achados. Shields et al., (2013) optaram pelo modelo tradicional de TR (ou seja, realizar menos exercício em maior quantidade de tempo), enquanto Post et al. (2022), Diaz et al., (2021) e Fornieles et al. (2014), aumentaram a intensidade e o volume a cada duas semanas.

Post et al., (2022) demonstrou que 10 semanas foram suficientes para melhorar os testes de aptidão física, como o teste de flexibilidade de sentar e alcançar, flexão de braço de 30s, abdominais de 30s e sentar e levantar da cadeira 30s, com tamanho de efeito moderado e alto, como demonstrado na figura 11. A melhoria do desempenho das tarefas laborais é de suma importância para as perspectivas de emprego para adultos com SD, pois suas atividades no local de trabalho muitas vezes exigem habilidades físicas e não cognitivas (SHIELDS et al., 2008).

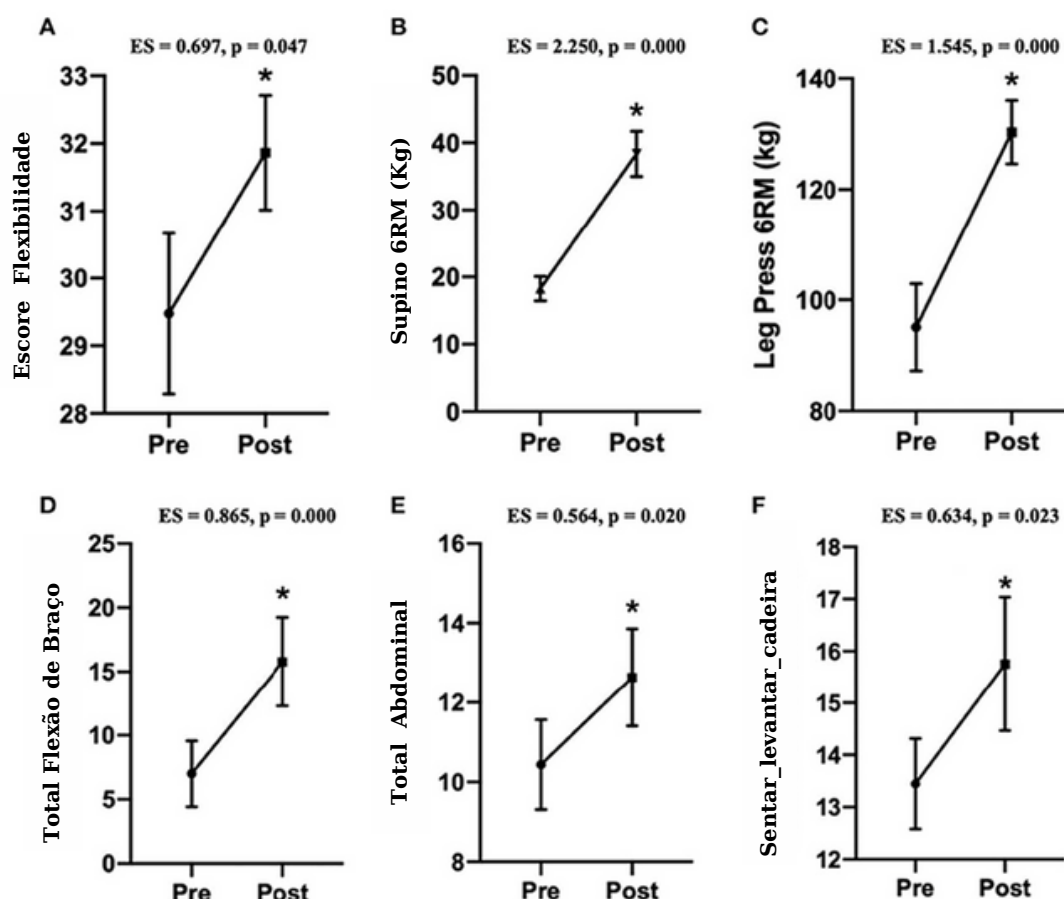


Figura 11. Os dados são apresentados como média ± erro padrão. O "*" indica uma diferença significativa em relação a pré-intervenção (n = 11). (A) Escore do teste de flexibilidade. (B) Alteração no teste de supino de 6 RM. (C) Alteração no teste de leg press deitado 6 RM. (D) Alteração no teste de flexão de braço de 30s modificado. (E) Mudança no teste de abdominais completos de 30s. (F) Mudança no teste de senta e levantar da cadeira de 30s. Figura do estudo de Post et al., (2022).



Recomendações. Melhorias na capacidade funcional foram relatadas após TR utilizando protocolos de intensidade moderada a vigorosa. Os programas podem precisar ter duração de dez semanas e aumentar progressivamente o volume/carga.

COMO REALIZAR UMA AVALIAÇÃO FUNCIONAL?



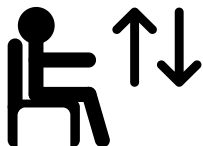
Os testes de avaliação funcional apresentados logo abaixo são testes isolados que professor/treinador pode utilizar a depender do objetivo da prescrição do treinamento ou plano de aula.



Teste repetitivo de empilhamento de caixas
"repetitive weighted-box-stacking test"

Posição de inicial: Em pé em frente a caixa. Ao comando de início, o avaliado deve abaixar, pegar a caixa posicionada no chão e colocá-la sobre a mesa de 75 cm de altura. Medida é número repetições no tempo de 1 minuto.

Equipamentos: Cronometro, mesa e caixas com 10 kg



Teste sentar-levantar da cadeira por 30s

Posição inicial: Sentado em uma na cadeira, mãos cruzadas na frente do corpo e tocando o ombro oposto, na altura dos pulsos. Os pés devem estar apoiados no chão, as costas retas. Ao sinal "Vai", levante-se para uma posição totalmente em pé e, em seguida, sente-se novamente. Nas tentativas subsequentes não é necessário o sinal verbal de início. Registrando o número de repetições em 30s.

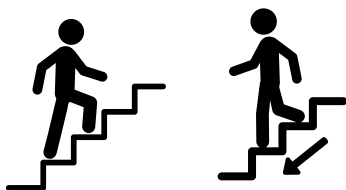
Equipamentos: Cronômetro e cadeira



Teste Carregar o balde
"weighted pail carry test"

Posição inicial: Em pé com os baldes em cada mão. Ao comando "Vai", começa a caminhar carregando aos balde. Mede a distância total que os participantes poderá caminhar em 30s carregando dois baldes de 20 L, cada um pesando 10 kg, em um percurso de 10 m.

Equipamentos: Cronômetro, dois baldes de 20L e dois pesos de 10kg.



Teste subir e descer escadas

Posição inicial: Em pé, ao comando "Vai", os participantes devem subir, virar e descer um lance de escada o mais rápido possível. Eles podem escolher qualquer método para realizar o teste, incluindo degraus alternados, subir escadas correndo ou usar corrimãos como apoio. O tempo gasto para completar a tarefa é registrado em segundos usando um cronômetro. A escada deve ter 10 degraus.

Equipamentos: Cronômetro e uma escada.

COMO REALIZAR UMA AVALIAÇÃO FUNCIONAL?



Os testes de avaliação funcional apresentados logo abaixo são testes isolados que professor/treinador pode utilizar a depender do objetivo da prescrição do treinamento ou plano de aula.



Tarefa de Prateleira de Mercearia
"Grocery Shelving Task"



Flexão de tronco 30s

Para a realização do teste *Grocery Shelving Task* utiliza-se uma estante com prateleira de fácil ajuste. Na frente da prateleira, o paciente em posição ortostática, é ajustada em 15 cm acima do nível do ombro. Uma mesa de 30 cm de largura com 90 cm de altura é posicionada em frente a estante. Vinte latas ou pesos de mantimentos com peso 420 g são divididas igualmente e colocadas em duas sacolas de compras no chão, em ambos os lados da mesa. Uma cadeira é posicionada para o avaliado sentar-se em uma distância de 1 metro da mesa.

Posição inicial: ao comando "começar", o avaliado deve levantar-se e colocar os itens das duas sacolas de compras na prateleira à sua frente o mais rápido possível. O avaliado pode fazer a tarefa como quiser, as únicas coisas que não pode fazer são colocar mais de uma lata de cada vez na mão ou levantar as sacolas diretamente na prateleira. Quando terminar, coloque os dois braços ao lado do corpo. Complete o teste o mais rápido possível e o tempo gasto é registrado.

Equipamentos: Cronômetro, duas sacolas e 10 pesos de 410g e uma prateleira.

Posição inicial: o avaliado deite-se de costas com os joelhos flexionados, pés apoiados no chão. Cotovelos flexionados e braços sobre o tronco. O professor mantém os pés do avaliado no chão. Comece cada sessão com as costas no chão. Levante-se até a posição de 90 graus de flexão de tronco e retorne à posição inicial. Complete o máximo de repetições em 30 s. Contando cada movimento completo.

Equipamento: Cronômetro.

COMO REALIZAR UMA AVALIAÇÃO FUNCIONAL?



Os testes de avaliação funcional apresentados logo abaixo são testes isolados que professor/treinador pode utilizar a depender do objetivo da prescrição do treinamento ou plano de aula.



Flexão de braço 30s

Posição inicial: O avaliado deitar-se no chão, de barriga para baixo; apoiar as mãos no solo, abaixo dos ombros e afastadas em uma largura um pouco maior do que a dos ombros; estender os cotovelos, subindo o corpo todo de uma vez; manter as costas retas, alinhadas; flexiona os cotovelos e retornar quase à posição inicial, sem encostar o corpo no chão. Caso o avaliado não consiga realizar flexão de braço, pode utiliza ambos joelhos como apoio no chão.

Equipamento: Cronômetro



Teste de sentar e alcançar

Posição inicial: O teste se inicia com avaliado sentando com as pernas estendidas (extensão de joelhos, os pés apoiados em uma caixa e alcançando os dedos dos pés. Não deve estar usando sapatos. O indivíduo se estende o máximo que pode, dobrando os quadris e a cintura. A distância que as pontas dos dedos alcançam além dos dedos dos pés é medida.

Equipamentos: Cronômetro e banco de Welles

Dicas

- Sempre demonstrar previamente o teste e garantir que os alunos realizem o movimento até entenderem o procedimento antes de começar a avaliar.
- Ficar na frente do aluno para encorajá-lo a continuar ou garantir a segurança.
- Auxiliar o aluno na posição ou o aluno pode usar a cadeira para auxiliar na posição.
- A contagem do tempo começa quando o atleta estiver na posição sem assistência e continua até que o aluno realize o máximo de movimentos estabelecido no teste (tempo máximo em segundos).



PARA SABER +

FUNFITNESS. <https://resources.specialolympics.org/health/funfitness?locale=en>



EQUILÍBRIO

Indivíduos com SD apresentam déficit no equilíbrio postural que pode ser explicado por alterações estruturais, tais como a hipoplasia do cerebelo, o menor tronco encefálico e corpo caloso do cérebro. Esses fatores são responsáveis pela hipotonia muscular, a diminuição da fluência do movimento e o controle axial, bem como a diminuição de coordenação, equilíbrio e da lateralidade atípica. Distúrbios no sistema de regulação do equilíbrio ou controle postural podem ser associado a fraqueza muscular, a disfunção nos processos de integração sensorial, hipoplasia da cartilagem e baixa densidade óssea que levam a inadequada contração dos músculos e alterações anatômicas. Enquanto, a frouxidão ligamentar nas articulações é ocasionada pela hipotonia (MALAK et al., 2022; FOLEY; KILLEEN, 2019; SHIOHAMA et al., 2019; GUZMÁN-MUÑOZ; GUTIÉRREZ-NAVARRO; MIRANDA-DÍAZ, 2017; KIM et al., 2017; LAUTESLAGER; VERMEER; HELDERS, 1998).

Essas alterações estruturais levam a um atraso significativo no desenvolvimento das habilidades motoras em crianças com SD, tais como: rolar, pegar, pular, arremessar, chutar, sentar e ficar de pé. De modo que, a maioria dessas crianças ficará em pé de maneira independente entre 3 a 4 anos e apenas 18 a 25% conseguem correr, subir escadas e pular para a frente até os 4 anos (MALAK et al., 2022). Além disso, a literatura mostra que o déficit de equilíbrio em jovens com SD pode aumentar o risco de quedas, reduzir a capacidade funcional e levar a limitações no desenvolvimento de atividades da vida diária (KIM et al., 2017; PAILLARD, 2017; LAUTESLAGER et al., 1998).

Desse modo, os exercícios físicos têm se mostrado uma excelente ferramenta para melhorar o equilíbrio estático e dinâmico em crianças com SD essa melhora ocorre por meio de diferentes exercícios, tais como: jogos eletrônicos com movimento, vibração de corpo inteiro, alongamento, força e equilíbrio (MAÏANO et al., 2019) ou por meio da caminhada na esteira e fortalecimento dos músculos do abdômen (ALSAKHAWI; ELSHAFFEY, 2019). Esses achados fornecem mais argumentos poderosos de que pessoas com SD devem iniciar e/ou manter exercícios físicos regulares desde a infância.

Diante desse cenário, a literatura demonstra que diferentes programas de TR foram eficazes para melhora do equilíbrio. Gupta et al. (2011) relataram uma melhora significativa nos escores da subescala de equilíbrio do *Bruininks Osteresky Test of Motor Proficiency* (BOTMP) de 10,50 a 19,50 no grupo após o fortalecimento dos músculos da cintura pélvica e membros inferiores por 6 semanas (3x por semana, 50% RM) (GUPTA et al., 2011).

No protocolo BOTMOP os seguintes movimentos de equilíbrio foram avaliados: equilíbrio com uma perna; equilíbrio com uma perna em uma trave de equilíbrio; equilíbrio de uma perna em uma trave de equilíbrio com os olhos fechados; caminhar para a frente em uma linha; caminhar para a frente em uma trave de equilíbrio; caminhar na ponta dos pés; caminhar na ponta dos pés em uma trave de equilíbrio; equilíbrio com uma perna e tronco inclinado com extensão de cotovelo em uma trave de equilíbrio (GUPTA et al., 2011). Resultados semelhantes foram encontrados após o TR associado ao treinamento de equilíbrio, resultando em melhora do equilíbrio estático de crianças e adultos com SD após 8 semanas (3x por semana) (SHIN et al., 2015). Além disso, Tsimaras e Fotiadou (2004) verificaram um aumento significativo na força dos músculos das pernas e na capacidade de equilíbrio dinâmico após uma intervenção de 12 semanas (3 sessões por semana) em adultos com SD.

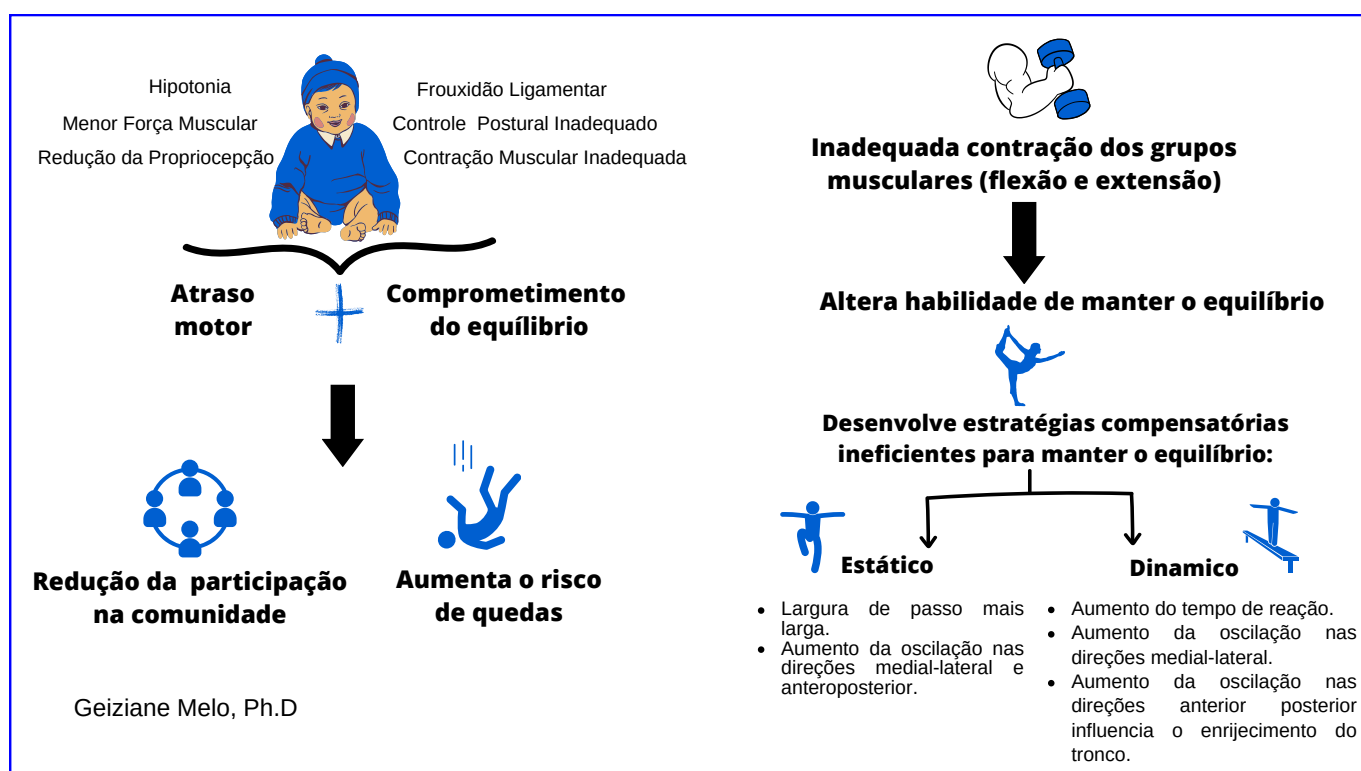


FIGURA 12. Resumo sobre o equilíbrio nos indivíduos com SD. Adaptado do Estudo de Jain et al., (2022).

Foi possível observar que tanto o equilíbrio estático quanto o equilíbrio dinâmico melhorou após o TR, mas porque ocorreu essa melhora? Bem, pessoas com SD tem redução da massa branca no cerebelo, hipotonia muscular, pé plano e o distanciamento do halux (dedão do pé) contribuem para redução do equilíbrio estático quanto dinâmico. Desse modo, uma forma de amenizar esse quadro é aumentar a estabilidade das articulações e fortalecer a parede abdominal por meio do fortalecimento muscular. Além de realizar caminhada na esteira com velocidade máxima de 4km/h, a depender da idade e estatura do indivíduo, a fim de trabalhar o controle postural (ALSAKHAWI; ELSHAFEY, 2019).

Quanto a passada, crianças com SD tem dificuldades de ajustar o centro de pressão para realizar a marcha e o controle postural, assim a largura da passada é maior e sem grande oscilação médio-lateral (CHEN; YEH; HOWE, 2011). Enquanto, adolescentes com SD tem uma oscilação maior da passada devido aos maiores deslocamentos do centro de pressão na direção anteroposterior e médio-lateral (RIGOLDI et al., 2011). Isso resulta na perda do equilíbrio estático, e para compensar essa perda, crianças com SD usam uma largura de passo maior para ter mais estabilidade. Enquanto os adolescentes com SD aceleram a passada para manter o ritmo rápido e aumentar as oscilações na direção médio-lateral a fim de ajustar o equilíbrio estático, bem como nas atividades dinâmicas para manter o equilíbrio (FIGURA 12) (CHEN; YEH; HOWE, 2011; RIGOLDI et al., 2011; MALAK et al., 2022).

Em relação ao equilíbrio dinâmico, indivíduos com SD tem extrema dificuldade de ficar em pé e andar devido a inadequada contração dos grupos musculares flexores e extensores essenciais na manutenção do equilíbrio (CHEN; YEH; HOWE, 2011). Desse modo, ao iniciar a marcha aproximadamente entre os 3 e 4 anos, verifica-se uma maior instabilidade e aumento do gasto energético. Isso resulta na menor aptidão cardiorrespiratória e fadiga precoce que irá refletir na ação muscular (p.e. força e resistência muscular) durante a realização das atividades físicas moderada a vigorosa. Ainda cabe destacar, o aumento do tempo de reação, maior oscilação postural no sentido médio-lateral e menor oscilação anteroposterior nas atividades que requer manter o equilíbrio dinâmico (FIGURA 12) (MALAK et al., 2022). Para compensar essa falta de equilíbrio, crianças e adolescentes com SD recorrem a outras estratégias posturais como enrijecimento do tronco e maior deslocamento posterior a fim de ganhar e controlar o impulso motor e ter a tarefa motora concluída com eficácia (MALAK et al., 2022).

Por outro lado, essas estratégias poderão influenciar negativamente no equilíbrio e aumentar os riscos de quedas e redução da capacidade funcional e da participação na comunidade nessa população (TSIMARAS; FOTIADOU, 2004).



Recomendações. Indivíduos com SD podem aumentar substancialmente seu equilíbrio estático e dinâmico após o TR.

COMO AVALIAR EQUILÍBRIO?

EQUILÍBRIO ESTÁTICO



Tandem
Modificado



Tandem

Postura Tandem - Olhos Abertos

O Tandem Stance Test é realizado com os olhos abertos, é um método para quantificar a estabilidade postural e o equilíbrio quando a base de apoio (latero-lateral) é estreita tendo o auxílio de pistas visuais. *Posição inicial:* indivíduo em pé com uma perna colocada diretamente na frente da outra perna, o calcanhar do pé da frente tocando os dedos do pé de trás. O equilíbrio deverá ser mantido durante **30 segundos realizados**. Serão realizados 3 tentativas de cada lado (direito e esquerdo, alternando a posição do pé colocado a frente). Se o indivíduo não puder assumir a posição tandem, deverá ser adotada a posição tandem modificada. é registrado quanto segundos o avaliado conseguir manter a postura Tandem.



Postura na única perna - Olhos abertos

O teste de postura unipedal com os olhos abertos é um método simples para quantificar o equilíbrio com a ajuda de pistas visuais. *Posição inicial:* O teste requer que o atleta fique em uma perna com os olhos abertos. O equilíbrio deve ser mantido o maior tempo possível **até 20 segundos**. O tempo completado antes da perda de equilíbrio é registrado



Postura na única perna - Olhos fechados

O Teste de Postura Unilateral com os olhos fechados é um método simples para quantificar o equilíbrio sem a ajuda de pistas visuais. Esse teste exige que o participante fique em pé sobre uma perna, com os olhos fechados ou vendados. O equilíbrio deve ser mantido o maior tempo possível **até 10 segundos** e o tempo obtido antes da perda de equilíbrios será registrado.

Dicas

- Coloque uma cadeira ao alcance do atleta para que ele segure caso desequilibre.
- Professor deve:
- Demonstrar o teste.
- Instruir o avaliado a colocar as mãos nos quadris.
- Ficar na frente do aluno para encorajar o atleta a continuar sem medo de cair.
- Auxiliar o aluno na posição ou o aluno pode usar a cadeira para auxiliar na posição.
- Ter a mão livre para cronometrar, e a contagem do tempo começa quando o atleta está na posição sem assistência e continua até que o atleta perca o equilíbrio (tempo máximo em segundos).
- Registrar o tempo que o atleta fica na posição antes da perda de equilíbrio.
- Lembrar de realizar o teste em ambos os lados do atleta (perna direita e esquerda) .



PARA SABER +

FUNfitness (physical therapy)

[.https://resources.specialolympics.org/health/funfitness?locale=en](https://resources.specialolympics.org/health/funfitness?locale=en)



COMO AVALIAR EQUILÍBRIO?

EQUILÍBRIO DINÂMICO



Teste Timed Up and Go (TUG)

O Timed Up and Go (TUG) é um teste de equilíbrio dinâmico e mudança de posição. *Posição de saída:* O teste requer levantar da posição sentada, andar em ritmo normal por 3 metros, virar, voltar para a cadeira, virar e sentar. O equilíbrio deve ser mantido e o teste concluído em **12 segundos** ou menos.

Dicas

Como realizar

- O aluno/atleta é instruído a sentar em uma cadeira padrão de encosto duro sem braços.
- O aluno/atleta deve usar calçados normais e pode usar um auxiliar de caminhada, se necessário.
- A sequência do teste é explicada ao atleta: ficar em pé, andar em ritmo normal para a linha, virar, volte para a cadeira, vire-se e sente-se.
- Professor demonstra o teste.
- Professor fica ao lado do atleta para incentivá-lo a continuar a prova sem medo de cair.
- Professor treina o atleta com um “pronto, levanta, vai”.
- O teste começa quando o aluno/atleta começa a se levantar da cadeira e termina quando o aluno/atleta se senta na cadeira, ou quando o aluno/atleta se recusa a continuar o teste.
- O tempo do TUG superior a 12 segundos pode indicar a necessidade de mais familiarização.

Cronometragem

- Professor inicia o cronômetro quando o atleta começa a se levantar.
- O cronômetro continua até que o atleta se sente novamente na cadeira ou se recuse a continuar.
- O tempo para completar a posição de pé, andar 3 metros, virar, voltar 3 metros, virar, sentar é gravado.



PARA SABER +

FUNfitness (physical therapy)

[.https://resources.specialolympics.org/health/funfitness?locale=en](https://resources.specialolympics.org/health/funfitness?locale=en)



CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA

Cerca de 45 a 65% das pessoas com SD têm uma cardiopatia congênita que afeta a estrutura e a função do coração e do sistema vascular (CAPONE et al.,2018). Além disso, há alteração do sistema nervoso autonômico e menor frequência cardíaca intrínseca que resultará na menor aptidão cardiorrespiratória. Isso ocorre porque há atenuação e redução do sistema parassimpático, simpático e da sensibilidade baroreflexa que irão produzir uma diminuição vagal e das respostas estressoras adrenérgicas (p.e. catecolaminas). Isso resulta, na limitação cronotrópica, menor pressão arterial (PA), frequência cardíaca em repouso e durante o exercício submáximo quando comparados a indivíduos sem SD — Figura 13 (DE CARVALHO et al., 2015; FERNHALL; MENDONCA; BAYNARD, 2013; AGIOVLASITIS et al., 2010; IELLAMO et al., 2005; FERNHALL; OTTERSTETTER, 2003).

De acordo com Carvalho et al. (2015) a disfunção autonômica acontece em função das alterações no tônus simpático e parassimpático que estão associadas à morbidade e mortalidade precoce. Ainda há outros fatores associados que podem influenciar no sistema nervoso autonômico em indivíduos com SD, entre eles: menor nível de atividade física; obesidade; apneia do sono; síndrome metabólica; prevalência de doenças cardíacas e pulmonares, bem como as alterações musculoesqueléticas, a frouxidão articular, a hipotonia muscular e o pé chato que influenciam na economia do exercício, por alterarem a cinética e a cinemática da marcha e o padrão da contração muscular (MENDONCA; PEREIRA;FERNHALL, 2010; FERNHALL et al., 2009; IELLAMO et al.,2005; GUERRA; LLORENS; FERNHALL, 2003).

Em relação PA, adultos com SD têm PA mais baixa devido a déficits colinérgicos (p.e., norepinefrina) e glutamato que podem prejudicar a transmissão das sinapses de neurotransmissores que a regulam (MORRISON et al., 1996). Outra possível razão para a diminuição da PA seria o aumento da cistationina beta sintase, uma enzima que reduz o risco de doença coronariana (MURDOCH et al.,1977). No entanto, a ligação entre a enzima e a baixa PA ainda não está clara (MORRISON; MCGRATH; DAVIDSON; BROWN et al., 1996). Por outro lado, o aumento da PA em adultos com SD estava associado ao maior IMC (PUCCI; MACHADO;SOLERA; CENOVICZ et al.,2016). A Figura 14 apresenta os possíveis caminhos para redução da PA em indivíduos com SD com base no estudo de Santoro et al.(2020).

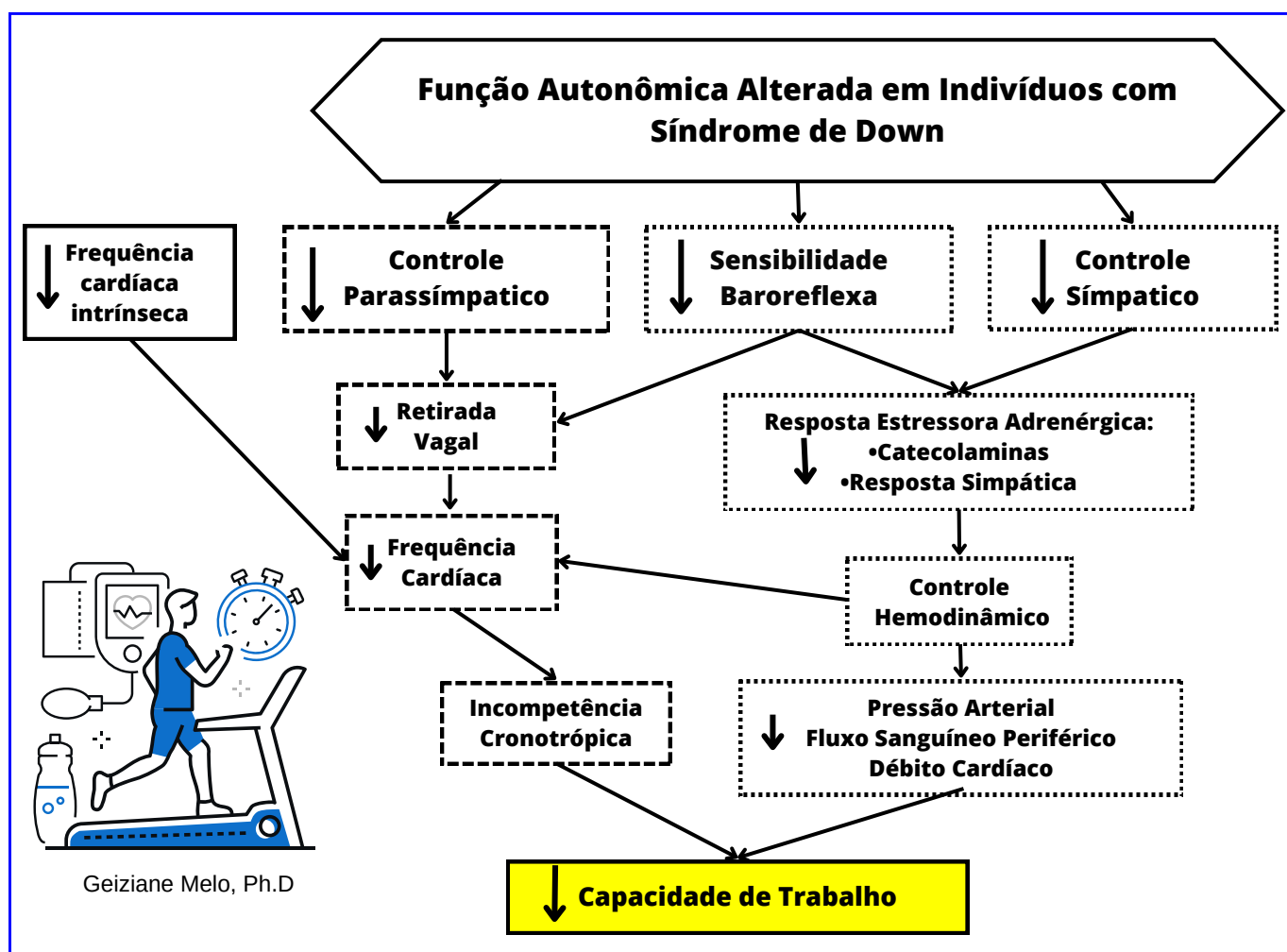


FIGURA 13. Modelo proposto para a influência da função autonômica alterada na capacidade de trabalho em pessoas com Síndrome de Down. Tanto a redução na taxa de calor intrínseco quanto a função autonômica alterada contribuem para a incompetência cronotópica e, por fim, reduzem a capacidade de trabalho. A função autonômica alterada se manifesta por reduções no controle simpático e parassimpático, contribuindo tanto para a incompetência cronotrópica quanto para a redução do controle hemodinâmico, levando à redução da capacidade de trabalho. Adaptado do estudo Fernhall, Mendonça; Baynard (2013).

A literatura tem discutido sobre a mecanismos de proteção cardíaca nas pessoas com SD devido a PA e a FC reduzida. Associado aos fatos já apresentados, o aumento da expectativa de vida e menor nível de atividade física, impacta que esses indivíduos sofrem com as doenças cardiometabólicas adquiridas (p.e. infarto do miocárdio, diabetes mellitus tipo 2) e doenças secundárias, como a doença de Alzheimer (TSOU et al., 2020). Nesse cenário, o exercício físico deve ser cada vez mais uma ferramenta não-farmacológica para essas comorbidades comuns em SD. O exercício físico pode aumentar o consumo de oxigênio de pico (VO_2 pico), diminuir os marcadores de composição corporal e melhorar a saúde cardiovascular fundamentais para a qualidade de vida e autonomia no decorrer da vida dessa população com SD (DODD; SHIELDS, 2005; CILHOROSZ et al., 2022).

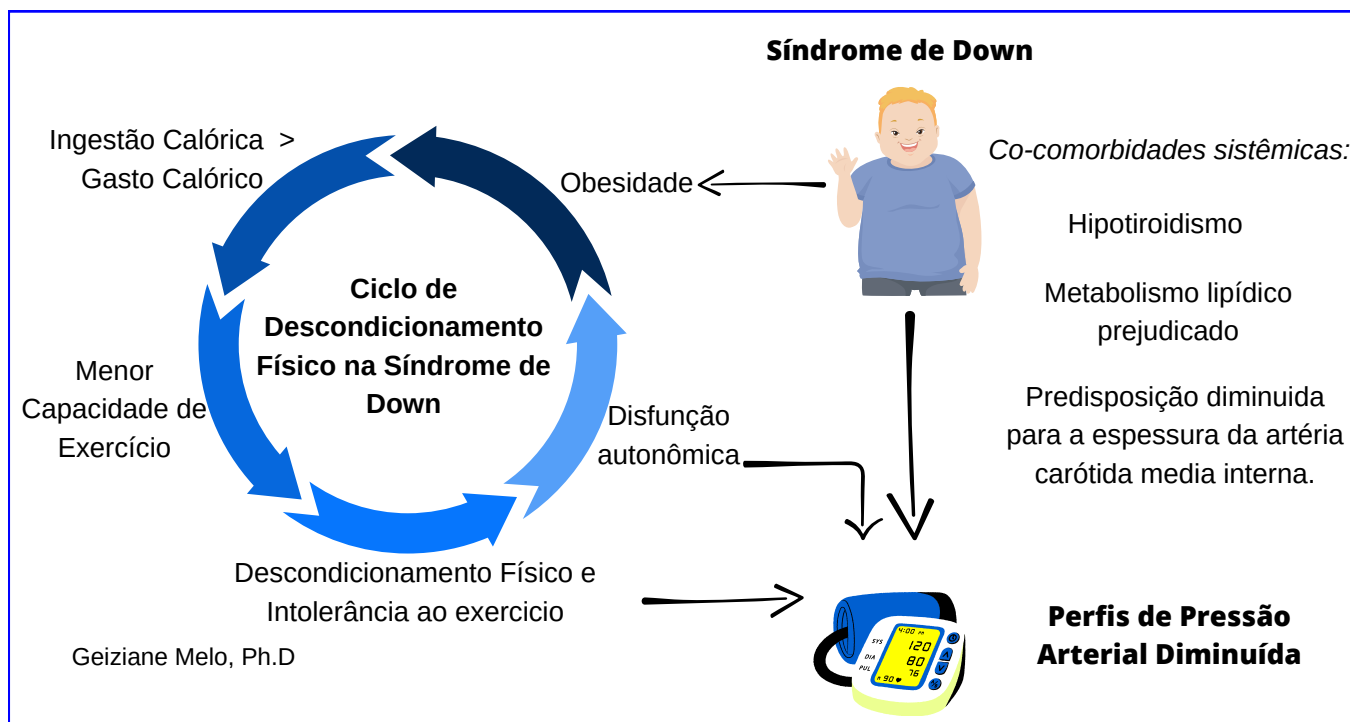


FIGURA 14. Mostra os possíveis caminhos para redução da PA em indivíduos com Síndrome de Down. Figura adaptada do estudo de Santoro et al., (2020).

Em relação à saúde cardiovascular, Mendonça et al. (2013), verificaram o efeito de 12 semanas do treino combinado aeróbico (3x30 min a 65–85% do VO_2 pico) e de resistência (2x12 repetições com 9 exercícios) na atividade autonômica (variabilidade da frequência cardíaca) em indivíduos com SD. Os autores observaram melhorias no equilíbrio simpático-vagal, ou seja, houve o aumento da atividade parassimpática e/ou diminuição da atividade simpática. Além disso, a literatura demonstrou que após 12 semanas de TR adultos com sobrepeso com SD tiveram redução significativa nos níveis de PA (Δ PA sistólica = -6,2 mmHg; Δ PA diastólica = -4,8 mmHg; Δ PA média = -4,2 mmHg) (SERON et al., 2015).

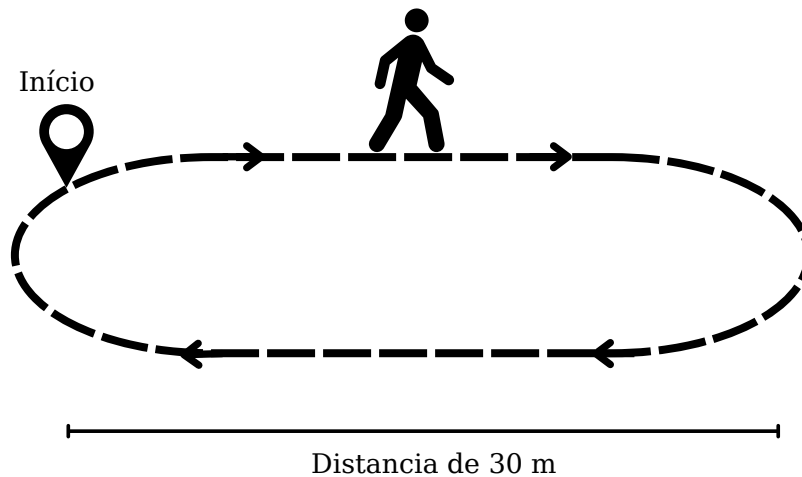
Seron et al. (2017) demonstraram que 12 semanas de TR aumentaram a ventilação pulmonar e o tempo total de teste na esteira em adultos jovens com SD. Por outro lado, não houve diferença significativa nos níveis de VO_2 pico após aeróbico ou TR. O aumento da ventilação pulmonar máxima é de suma importância para pessoas com SD, por apresentarem alterações anatômicas no trato respiratório, como uma pequena passagem nasal, que pode dificultar a mecânica respiratória durante o exercício (MENDONÇA et al., 2010). Além disso, o mesmo estudo mostrou que o aumento do tempo até a exaustão pode melhorar a resistência cardiorrespiratória durante o exercício (DODD; SHIELDS, 2005). Bem como, retarda o início da fadiga neuromuscular, melhora a força e a funcionalidade muscular (EMERSON et al., 2015).

Esses resultados são promissores considerando que indivíduos com SD apresentam maior incidência de fatores de risco cardiovascular, baixa capacidade cardiorrespiratória, perda de força muscular e obesidade (HU et al., 2013). Assim, inúmeros estudos demonstram os efeitos benéficos do exercício físico resultando na melhora da capacidade cardiopulmonar, força e composição corporal e, conseqüentemente, melhora dos parâmetros cardiovasculares (JACINTO et al., 2021; SUGIMOTO et al., 2016; WEE et al., 2015; FERNHALL et al., 2013; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2011b).



Recomendações. Nenhum estudo controlado examinou o efeito da TR na PA e na capacidade cardiorrespiratória em indivíduos com SD em indivíduos com SD. Existem algumas evidências de que o TR pode diminuir ou controlar a PA, bem como melhorar a capacidade funcional de exercício; no entanto, a prescrição precisa de TR não foi estabelecida.

COMO REALIZAR UMA AVALIAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA?



O **Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6M)**. O TC6M envolve caminhar o mais rápido possível em uma superfície plana e dura, ao longo de um percurso com no mínimo 30 m, durante 6 min.

- NÃO há aquecimento.
- Ao longo do teste, frases padrão de encorajamento DEVEM ser ditas a cada minuto;
- Professor/ajudante deve caminhar 1 - 3 m à frente do participante;
- É importante que os alunos/atletas sejam familiarizados com o protocolo, equipamentos, ambiente e equipe.

Durante o TC6M modificado, a frequência cardíaca DEVE ser coletada a cada 15 segundos usando preferencialmente um monitor de frequência cardíaca ou realizar contagens manuais no começo, meio e final do teste.

- A equação utilizada para predizer a frequência cardíaca (FC) máxima é:

$$\text{FC: } 210 - 0,56 (\text{idade}) - 15,5 (\text{fator})$$

FATOR - colocar o 1 caso o indivíduo tenha deficiência intelectual, mas sem SD, e 2 para indivíduos com SD; porque foi demonstrado que adultos com SD têm FC máxima menor do que seus pares sem SD (Fernhall et al., 2001).

Para indivíduos sem deficiência intelectual pode ser adotada a fórmula:

$$\text{FC: } 205 - 0,64 (\text{idade})$$

PARA SABER +



NASUTI, Gabriella; STUART-HILL, Lynne; TEMPLE, Vivienne A. The six-minute walk test for adults with intellectual disability: A study of validity and reliability. *Journal of Intellectual and Developmental Disability*, v. 38, n. 1, p. 31-38, 2013.

FERNHALL, B. O. et al. Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 33, n. 10, p. 1655-1660, 2001.



COMO REALIZAR UMA AVALIAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA?



O teste de esforço máximo em esteira (GXTT). O GXTT DEVE ser realizado em uma esteira, com protocolo adaptado de Fernhall e Tymeson (1987) e segue sugestões fornecidas por Pitetti e Fernhall (2005) com coleta de gases.

- O teste inicia com a esteira a 0% de inclinação e uma velocidade entre 3,2 e 5,6 km/h, por 2 min. A velocidade permanece constante enquanto a inclinação aumenta 2,5% a cada 2 minutos, até atingir uma inclinação de 12,5%. Após 2 min a 12,5%, a velocidade é aumentada em 0,8 km/h a cada minuto até a exaustão.
- O volume de oxigênio consumido (VO_2) e a frequência cardíaca são coletados a cada 15 segundos. O maior VO_2 obtido durante a última etapa concluída é registrado como VO_2 pico. Esses dados metabólicos são coletados e analisados usando um analisador de gás e metabólicos. Logo, esse protocolo com análise de VO_2 é realizado em **laboratório**.
- Antes do teste deve ser realizado aquecimento.
- Ao longo do teste, frases padrão de encorajamento DEVEM ser ditas a cada minuto;
- É importante que os alunos/atletas sejam familiarizados com o protocolo, equipamentos, ambiente e equipe.

Dicas

Equações preditivas para estimar a capacidade aeróbica máxima e a frequência cardíaca máxima em adultos (18 a 45 anos) com Síndrome de Down (MEDONÇA et al., 2022)

- $VO_{2pico} (mL.min^{-1}) \text{ homens} = -509,338 - 11,773 \times \text{idade (anos)} + 27,507 \times \text{estatura (cm)} + 17,296 \times \text{peso corporal (kg)} - 8,884 \times FC_{pico}(bpm)$
- $VO_{2pico} (mL.min^{-1}) \text{ mulheres} = -1052,378 - 11,773 \times \text{idade (anos)} + 27,507 \times \text{estatura (cm)} + 17,296 \times \text{peso corporal (kg)} - 8,884 \times FC_{pico} (bpm)$
- $FC_{pico} (bpm) \text{ homens e mulheres} = 181,81 - 0,665 \times \text{idade (anos)}$

PARA SABER +

Pitetti, K. H., & Fernhall, B. (2005). Mental retardation. In J. S. Skinner (Ed.), Exercise testing and exercise prescription for special cases: Theoretical basis and clinical application (3rd ed., pp. 392 - 404). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.

MENDONÇA, Goncalo V. et al. Predictive equations to estimate peak aerobic capacity and peak heart rate in persons with Down syndrome. Journal of Applied Physiology, v. 132, n. 2, p. 423-433, 2022.



HORMÔNIOS TESTOSTERONA E IMUNOGLOBULINA A

Indivíduos com SD possuem maior prevalência de doenças relacionadas ao sistema imunológico devido à baixa imunidade celular e humoral (ILLOUZ et al., 2021). Tal deficiência é, em parte, devido ao grave comprometimento da secreção de imunoglobulina (Ig) na saliva (CHAUSHU et al., 2002), tornando a saliva um preditor de suscetibilidade a infecções do trato respiratório (CHAUSHU et al., 2002).

Estudos realizados em pessoas sem SD evidenciaram os efeitos positivos da Treinamento Resistido (TR) na resposta imune da mucosa, bem como nos níveis de hormônios salivares (SCHWANBECK et al., 2020; TSAI et al., 2012). O TR apresentou efeitos cumulativos nas respostas de IgA e do cortisol em levantadores de peso de elite (TSAI et al., 2012), assim como um aumento significativo dos níveis salivares de testosterona e cortisol em adultos (SCHWANBECK et al., 2020).

Resultados semelhantes foram observados em adultos sedentários com SD após a realização de 12 semanas de TR (3 vezes por semana, 40–65% 8RM), no qual foi constatada melhora na resposta imune na mucosa com o aumento da concentração de IgA ($88,5 \pm 19,2 \mu\text{g/mL}$ vs. $106,0 \pm 19,9 \mu\text{g/mL}$, $p < 0,05$). Esse aumento é clinicamente relevante, visto que pode diminuir a recorrência de infecções do trato respiratório em indivíduos com SD. É importante ressaltar que doenças respiratórias são a principal causa de morte nessa população (ILLOUZ et al., 2021).

Além disso, estudos indicaram aumento nos níveis de testosterona salivar ($12,6 \pm 3,4 \text{ pg/mL}$ vs. $18,1 \pm 3,1 \text{ pg/mL}$, $p < 0,05$) no grupo que realizou a intervenção (FORNIELES et al., 2014). Essa melhora nos níveis de testosterona salivar tem implicações positivas para a saúde dos homens com SD, pois, quando associada a alterações não significativas na concentração de cortisol, sugere um estado anabólico adequado para melhora da força e massa muscular (FORNIELES et al., 2014). Desse modo, o TR de curta duração pode ser considerado uma alternativa não farmacológica para melhorar a resposta imune da mucosa e o perfil hormonal salivar em indivíduos com SD (FORNIELES et al., 2014). No entanto, são necessários mais estudos para obter resultados semelhantes em diferentes faixas etárias.



Recomendações. Há evidências de que o TR pode alterar o sistema imunológico e o hormônio testosterona, mas são necessárias mais pesquisas para entender se resultados semelhantes serão observados em diferentes intensidades e protocolos de volume na população com SD.

COMPOSIÇÃO CORPORAL

A literatura relata que crianças e adolescentes com SD estão predispostas à obesidade (BERTAPELLI et al., 2016). Esse acúmulo excessivo, de gordura, causado por um balanço energético positivo, é associado a um impacto prejudicial à saúde (ASLAM et al. 2022). Com avanço da idade, há duas vezes mais chance dos adultos com SD serem obesos em comparação a adultos sem SD, principalmente no sexo feminino (ORESKOVIC et al. 2023). Por outro lado, estudo recente mostrou que, estar acima do peso e ser obeso não parece conferir um risco significativamente aumentado de doença cardiometabólica em indivíduos com síndrome de Down, em contraste com a população em geral, pois essa população parece ter perfis cardiometabólicos únicos não relacionados à adiposidade (ORESKOVIC et al. 2023).

Apesar desse resultado, foi realizado um estudo coorte no Reino Unido em quase 10 mil pacientes com SD, entre 1990 e 2020, e a idade mediana no diagnóstico de diabetes foi de 15 anos mais cedo em pacientes com SD e quatro vezes mais comum em crianças e adultos jovens com SD em comparação aos pacientes do grupo controle (ASLAM et al. 2022). Houve também um aumento da incidência de obesidade em crianças e adultos jovens com SD, com taxas crescentes ao longo do tempo. O mesmo estudo mostrou que as taxas de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) foram maiores em pacientes com SD em comparação a pacientes do grupo controle nas faixas etárias de 5 a 34 anos (ASLAM et al. 2022). Nos pacientes com SD, o valor médio do IMC pico foi maior e em uma idade mais jovem (homens 31,2 kg/m² aos 31 anos; mulheres 32,1 kg/m² aos 43 anos) em comparação aos pacientes controle (homens 29,5 kg/m² aos 54 anos; mulheres 29,2 kg/m² aos 51 anos). A obesidade foi associada ao aumento da incidência de diabetes e, adicionalmente, mostrou que, em pacientes com SD, a obesidade afeta grupos etários mais jovens (ASLAM et al. 2022) — Figuras 15 e 16.

Estudos demonstram que, independente da faixa etária, pessoas com SD realizam menos atividade física do que seus pares sem SD (IZQUIERDO-GOMEZ et al., 2013; IZQUIERDO-GOMEZ et al., 2015). Associada a essa condição, esse público tem envelhecimento precoce e com avançar da idade se tornam menos ativos. O IMC e o peso aumentam consistentemente entre os 18 e 39 anos e diminuem após os 40 anos, o que pode indicar associação a uma doença degenerativa (por exemplo, doença de Alzheimer) em indivíduos com SD (CAPONE et al., 2018). A figura 17 descreve os potenciais contribuintes para o aumento do tecido adiposo nessa população.

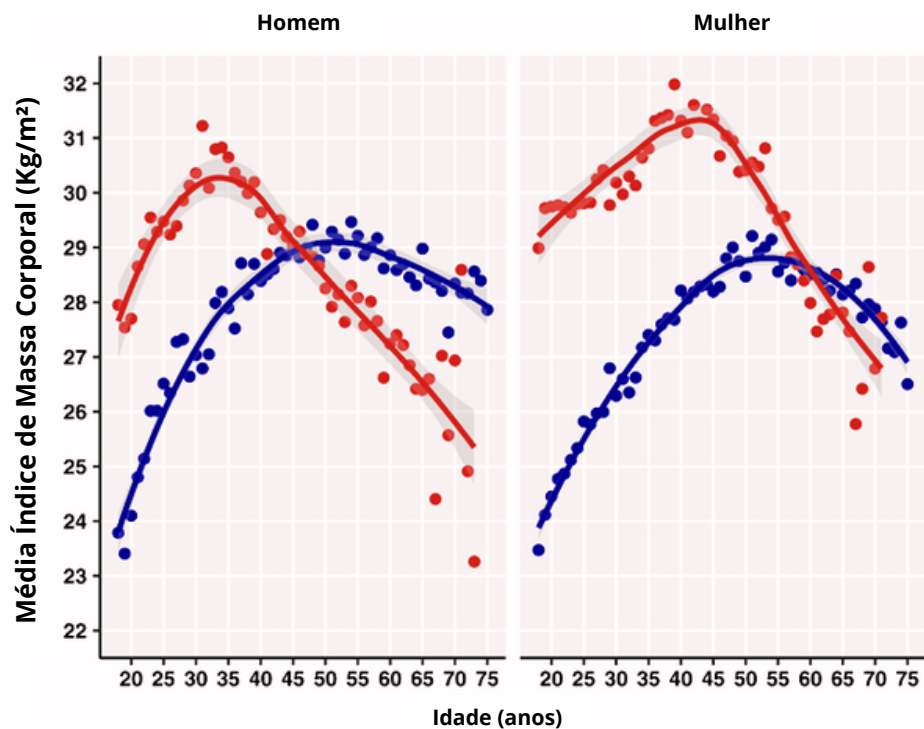


Figura 15. Índice de massa corporal médio por ano a partir da idade e sexo para pacientes com Síndrome de Down (SD) (vermelho) e pacientes sem SD (azul) do estudo de Aslam et al. (2022)

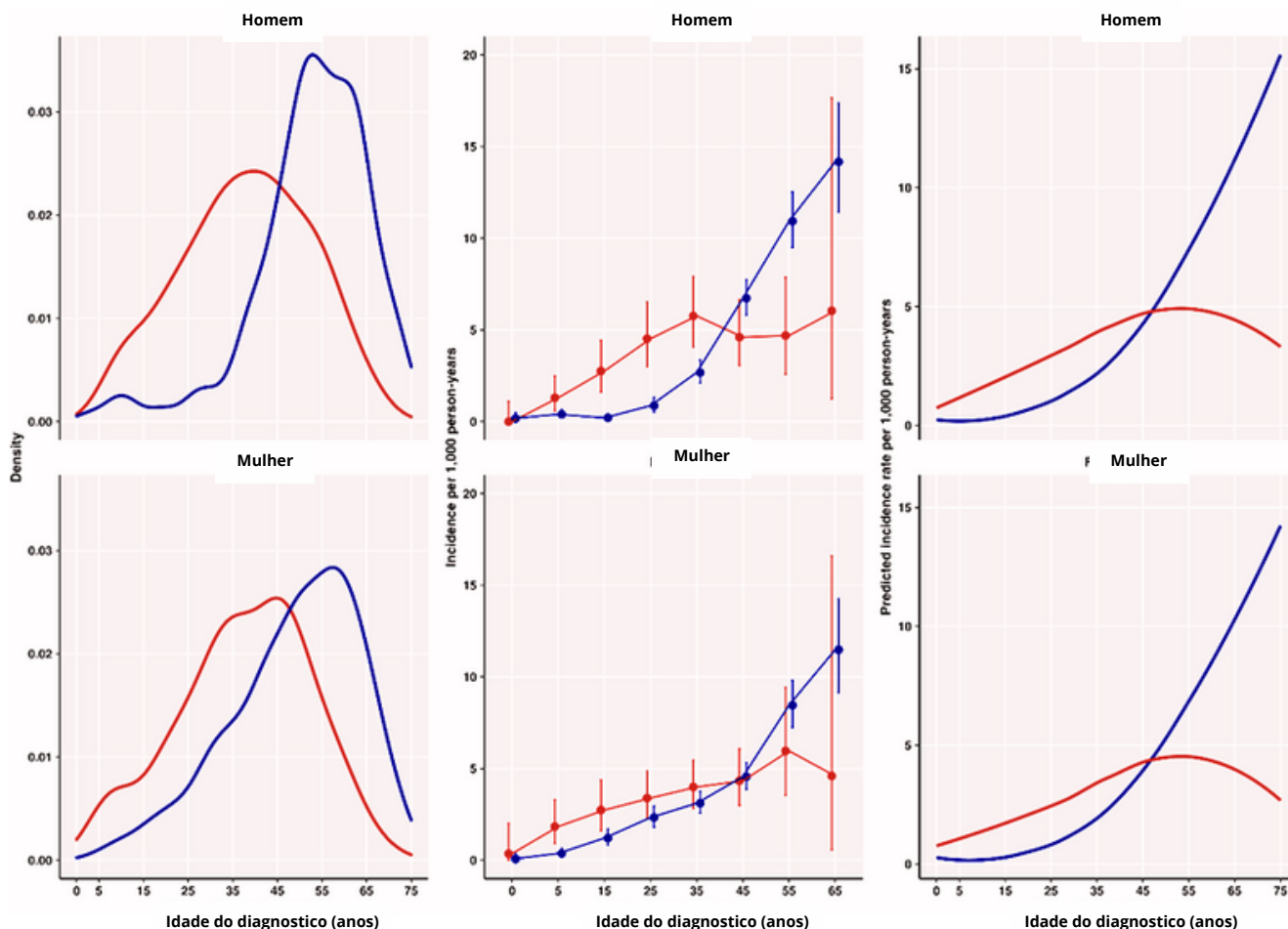


Figura 16. Distribuição da idade ao diagnóstico de diabetes por sexo para pacientes com Síndrome de Down (SD) (vermelho) e pacientes sem SD (azul) do estudo de Aslam et al. (2022). Esquerda: Gráfico de densidade dos casos incidentes. Média: Taxas de incidência específicas por idade (IC 95%). Direita: Incidência prevista por idade a partir do modelo de regressão.

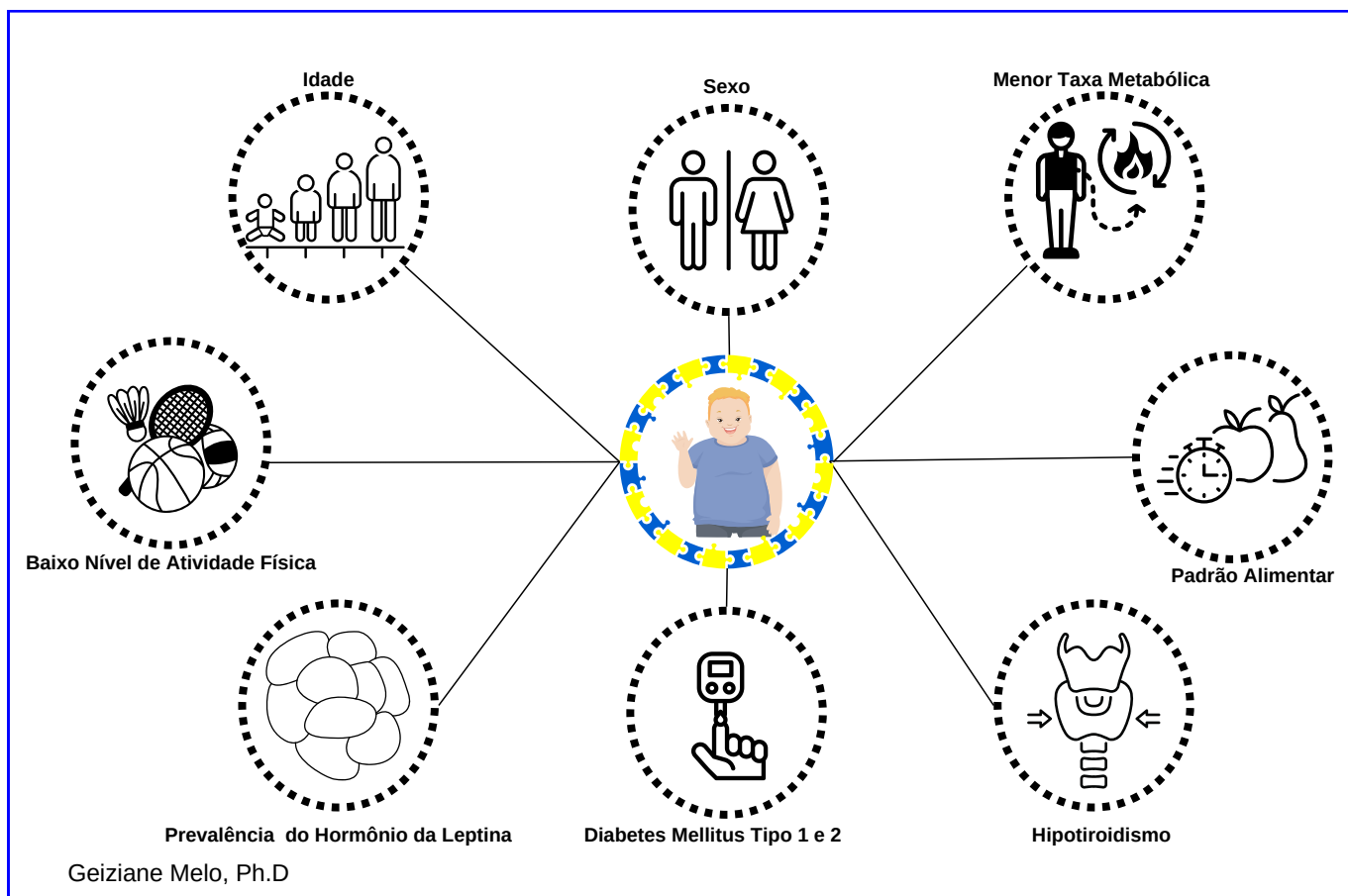


Figura 17. Fatores que influencia no ganho de peso em indivíduos com Síndrome de Down.

Como é possível observar na figura 17, há vários pontos de destaque que podem contribuir para obesidade. Desse modo, é necessário ser proativo na prevenção da perda de massa muscular e aumento da hipotonia por impactarem no aumento da adiposidade e diminuição da densidade mineral óssea (CAPONE et al.,2018; PRESSON et al.,2013; BARNHART; CONNOLLY, 2007).

Coelho-Júnior et al.(2019) verificaram que com o envelhecimento dos indivíduos com SD diminui a massa magra total, independente do índice de massa muscular. para realizar a avaliação prognostica da saúde muscular dessa população, Melo et al. (2022) utilizaram o índice de qualidade muscular (IQM) (razão entre a força de prensão palmar pela massa magra das extremidades superior ou inferior, para saber mais, veja a página 38). O estudo mostrou que adolescentes com SD tem menores IQM quando comparado aos adolescentes sem SD, tanto no método avaliado em laboratório quanto em campo. O MQI de campo é mais simples e pode ser usado na prática clínica diária, com atenção especial para aqueles com SD. Adolescentes com SD apresentam menor FPM e maior RCQ em comparação ao grupo sem SD.

Esse resultado sugerem que cientistas e profissionais de saúde podem usar o MQI como uma ferramenta para avaliar o desempenho físico, bem como monitorar para mitigar perdas precoces de MQI em pessoas com SD. Desse modo, mais pesquisas devem ser realizadas para comparar medições de MQI baseadas em campo e em laboratório em indivíduos com SD desde a adolescência até a idade adulta. A identificação precoce da perda do IQM pode contrabalançar os possíveis efeitos adversos, como sarcopenia, risco de quedas e hospitalização.

Em relação à densidade mineral óssea (DMO), uma recente revisão sistemática mostrou indivíduos com SD apresentaram uma diminuição da DMO total e regional (quadril total, lombar total e colo do fêmur) quando comparados com a população geral (ZHANG et al., 2022). Estudo retrospectivo com 297 adultos com SD, média de idade ($\pm 10,9$); 51% eram mulheres foram submetidos a densitometria óssea. O estudo verificou que pessoas com SD atingem o pico de massa óssea mais cedo, porém essa massa é inferior à da população em geral. Entre os indivíduos com SD, o sexo masculino tiveram um risco 2,58 vezes maior de apresentar DMO reduzida na coluna lombar do que as mulheres. Conforme os escores da coluna lombar, 54% dos sujeitos foram classificados como osteogênicos e 25%, como osteoporóticos. Apesar desses resultados, a curva de distribuição da massa óssea é bastante semelhante à da população em geral, embora os valores de DMO sejam significativamente menores na pessoa SD.

Diante desse cenário, em que ocorre o aumento da obesidade, incidência de diabetes e a osteoporose precoce, caracterizado pela diminuição da massa óssea e deterioração microarquitetônica do tecido ósseo, com conseqüente aumento da fragilidade óssea, especialmente do quadril, coluna vertebral e punho, ocorre o aumento na preocupação de saúde pública para a população com SD (ZHANG et al., 2022; ASLAM. et al. 2022). Outro ponto relevante é que com o aumento da expectativa de vida desse público aumentou, problemas clínicos característicos e associado ao envelhecimento progressivo, geram mudanças no cuidado, com atenção especial para áreas específicas de saúde, como síndrome metabólica, risco de quedas e fraturas precoces, e doença de Alzheimer.

A partir desse cenário, é necessário que indivíduos iniciem a prática de exercícios físicos desde a infância a fim de prevenir riscos de doenças na idade adulta. Desse modo, estudos demonstram que após o acompanhamento de 18 meses com uma dieta balanceada e saudável e o aumento de atividade física moderada a vigorosa com redução do comportamento sedentário foram efetivos para redução do peso corporal em adolescentes e adultos com SD (PTOMEY et al. 2020; PTOMEY et al. 2022).

A partir desses resultados apresentados, a literatura demonstra a importância do TR para os indivíduos com SD. Gonzalez-Aguero et al., (2011b) verificaram que 21 semanas de TR combinado com pliometria aumentou a massa magra total dos membros superiores e inferiores, bem como a massa óssea, no entanto, não houve alteração da massa gorda em crianças e adolescentes com SD. Esses achados foram corroborados em outros estudos (DIAZ et al., 2021; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013; FLORENTINO NETO et al., 2010).

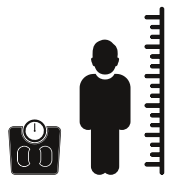
Curiosamente, um estudo relatou que um programa de TR de 12 semanas foi suficiente para reduzir a massa gorda em adultos com SD (FLORENTINO NETO et al., 2010). Esta não é uma descoberta universalmente apoiada, pois outros não relataram uma mudança na porcentagem de gordura corporal após 12 semanas de TR. Alternativamente, essa “falha na mudança pode ter sido um resultado positivo, pois o grupo controle aumentou o percentual de gordura em 2,3% no mesmo período (SERON et al., 2014).

Além disso, o grupo ativo experimentou um aumento no conteúdo mineral ósseo total (CMO), quadril e região lombar (6,7%, 14,6% e 6,4%, respectivamente), quando comparado ao grupo controle (GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2012). Esses resultados promissores podem ter ocorrido devido à inclusão de saltos pliométricos com TR, que foi uma estratégia para melhorar o CMO em jovens com SD (GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2012). Em geral, há um efeito positivo do exercício pliométrico na osteogênese (VICENTE-RODRÍGUEZ, 2006). A ligação pode estar na relação direta entre massa óssea e massa magra total (KIM; BAEK; PARK; SHIN, 2020; COELHO-JUNIOR et al., 2019). A prática de exercícios de impacto como corrida, pliometria e TR está associada à captação de cálcio e vitamina D para atenuar ou prevenir a osteoporose em indivíduos com SD (REZA; RASOOL; MANSOUR; ABDOLLAH, 2013; GONZÁLEZ-AGÜERO et al., 2012; ANGELOPOULOUS et al., 2000).



Recomendações. O TR melhora a massa magra em comparação a indivíduos sedentários com SD que treinam em intensidade leve a moderada, os estudos indicam que a massa gorda não altera com o treinamento. Aumentos na massa óssea foram demonstrados após TR em adolescentes com SD.

COMO REALIZAR AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA?



Índice de Massa Corporal

O Índice de Massa Corporal — IMC é um método simples e indicador de obesidade na população geral. Para realizar o cálculo do IMC é preciso dividir a massa corporal em quilos (kg) pela estatura em metros (m) elevada ao quadrado.²

$$\text{IMC} = \text{MC (Kg)} / \text{Estatura}^2 \text{ (m)}$$



Circunferência de cintura

O aluno tem que permanecer em pé e com braços relaxados ao lado do corpo. A medida é realizada na menor área de circunferência entre as costelas e a crista ilíaca, acima da cicatriz umbilical.



Circunferência de abdômen

O aluno tem que permanecer em pé e com braços relaxados ao lado do corpo. A medida é realizada na cicatriz umbilical.



Circunferência de quadril

O aluno tem que permanecer em pé e com braços relaxados ao lado do corpo e o peso corporal distribuídos igualmente entre os pés. A medida é realizada no ponto de maior circunferência aparente na região dos glúteos.



Dobras cutâneas -DC

Melo et al. (2018) demonstraram que a equação mais utilizada para prever a percentagem de gordura (%G) em indivíduos com SD por meio da DC é proposta por Slaughter et al. (1988) para crianças e adolescentes:

- Todas as meninas:

Se a \sum das dobras do tricipital (TR) e subescapular (SE) for $> 35\text{mm.}$, se usa:

$$\% G = 0.546 * (\text{TR} + \text{SE}) + 9.7$$

Se a \sum das dobras do TR + SE for $< 35\text{mm.}$, se usa:

$$\% G = 1.33 * (\text{TR} + \text{SE}) - 0.013 (\text{TR} + \text{SE})^2 - 2.5$$

- Todas os meninos:

Se a \sum das dobras do TR e SE for $> 35 \text{ mm.}$, se usa:

$$\% G = 0.783 * (\text{TR} + \text{SE}) + 1.6$$

Se a \sum das dobras do TR + SE for $< 35\text{mm.}$, se usa:

$$\% G = 1.21 * (\text{TR} + \text{SE}) - 0.008 (\text{TR} + \text{SE})^2 - 1.7 \text{ (Pré-púbere meninos brancos)}$$

$$\% G = 1.21 * (\text{TR} + \text{SE}) - 0.008 (\text{TR} + \text{SE})^2 - 3.2 \text{ (Pré-púbere meninos negros)}$$

$$\% G = 1.21 * (\text{TR} + \text{SE}) - 0.008 (\text{TR} + \text{SE})^2 - 3.4 \text{ (Púbere meninos brancos)}$$

$$\% G = 1.21 * (\text{TR} + \text{SE}) - 0.008 (\text{TR} + \text{SE})^2 - 5.2 \text{ (Púbere meninos negros)}$$

$$\% G = 1.21 * (\text{TR} + \text{SE}) - 0.008 (\text{TR} + \text{SE})^2 - 5.5 \text{ (Pós-púbere meninos brancos)}$$

$$\% G = 1.21 * (\text{TR} + \text{SE}) - 0.008 (\text{TR} + \text{SE})^2 - 6.8 \text{ (Pós-púbere meninos negros)}$$

Equação preditiva para percentual de gordura com base no índice de massa corporal para adolescentes com Síndrome de Down (NASCIMENTO et al., 2016)

- SD: %G = $2.006 \times \text{IMC} - 20.36$
- sem-SD: %G = $2.199 \times \text{IMC} - 20.86$

PARA SABER +



MELO, Geiziane Leite Rodrigues et al. Métodos de avaliação para predição da composição corporal utilizados em adolescentes com síndrome de Down: uma revisão sistemática. *Adolescência e Saúde*, v. 15, n. 4, p. 82-91, 2018.

NASCIMENTO, Edilson et al. Predictive Equation for Fat Percentage Based on Body Mass Index for Adolescents with Down Syndrome, v.19, n. 4, 2016.



INFLAMAÇÃO

A obesidade e a baixa força muscular são um grande problema de saúde em PCDs. A literatura mostra que a obesidade aumenta a prevalência de síndrome metabólica em 25,1% em indivíduos com DI, sendo significativamente maior do que na população geral com idade superior a 50 anos (de WINTER et al., 2011). O aumento do tecido adiposo resulta em inflamação sistêmica de baixo grau em que a interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral- α (TNF- α), proteína C-reativa e leptina estão aumentados em indivíduos com SD em todas as fases da vida (HUGGARD et al., 2020; CORSI et al., 2009).

Uma metanálise revisou 19 estudos envolvendo 957 crianças com SD e 541 nos grupos controle e encontrou níveis significativamente mais altos de interleucina-1 β (IL-1 β), TNF- α , interferon- γ (IFN- γ) e neopterinina em indivíduos com SD (ZHANG et al., 2017). No entanto, o mesmo estudo mostrou que os níveis circulantes de IL-4, IL-6, IL-8 e IL-10 não foram significativamente diferentes entre os grupos SD e controle (ZHANG et al., 2017). Por outro lado, mulheres obesas com SD apresentaram maiores valores de leptina, porém após a realização do treinamento aeróbico (3 sessões/semana, 30 a 40 min na esteira com intensidade de 55-65% da frequência cardíaca pico) houve uma redução dos níveis de leptina plasmática ($54,2 \pm 6,7$ vs. $45,7 \pm 6,1$ ng/ml; $p = 0,026$) e aumento do consumo de oxigênio ($20,2 \pm 5,8$ vs. $23,7 \pm 6,3$ ml.kg⁻¹.min⁻¹; $p < .001$) após 12 semanas de treinamento. Além disso, foi observado uma associação entre os índices de obesidade (circunferência de cintura, relação cintura-estatura e percentual de gordura) com os níveis de leptina plasmática (ORDONEZ et al., 2013).

Em relação ao TR, foi verificado uma redução dos marcadores do estado inflamatório sistêmico de baixo grau após 12 semanas (3 dias por semana/40-65% 8RM). No grupo de homens com SD os níveis plasmáticos reduziram significativamente a leptina ($50,6 \pm 6,4$ ng/ml vs. $45,1 \pm 6,2$ ng/ml), TNF- α ($10,6 \pm 1,5$ pg/ml vs. $9,0 \pm 1,6$ pg/ml) e IL-6 ($7,1 \pm 1,2$ pg/ml vs. $5,8 \pm 1,0$ pg/ml), enquanto no grupo controle com SD não houve alteração (ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013). O mesmo estudo, também, destaca que houve uma associação positiva entre leptina com IL-6, TNF- α e circunferência da cintura (ROSETY- RODRIGUEZ et al., 2013).

Os efeitos anti-inflamatórios do TR podem ser mediados tanto pela redução da massa gorda visceral (com conseqüente diminuição da liberação de adipocinas) quanto pela indução de um ambiente anti-inflamatório a cada sessão de exercício que resultará na produção de interleucinas 10 (IL-10), que contrabalança o estado pró-inflamatório (STRASSER; ARVANDI; SIEBERT, 2012).

Além disso, cabe destacar que as alterações na composição corporal podem influenciar diretamente as adipocinas, daí a importância do exercício físico nesse contexto fisiológico (ORDONEZ et al., 2013). Apesar da redução do quadro inflamatório após a realização do exercício físico, surge uma importante pergunta esse efeito dura por quanto tempo? Rosety-Rodriguez e colaboradores (2014) demonstraram que após três meses da finalização do treinamento aeróbico (destreinamento), os níveis plasmáticos de IL-6 e hs-CRP (proteína C-reativa) aumentaram significativamente em mulheres obesas com SD. Após um período de destreinamento de 6 meses, a inflamação e a composição corporal retornaram aos níveis basais no grupo de intervenção. Outro achado importante foi que os níveis plasmáticos de citocinas inflamatórias aumentaram mais rápido do que os indicadores antropométricos no acompanhamento após o treinamento. Além disso, o VO₂ máximo diminuiu significativamente 3 meses após a conclusão do programa de treinamento. Apesar de não haver diferença significativa na ingestão alimentar 6 meses depois ao treinamento (2008 ± 226 vs. 1996 ± 273 kcal/dia; $p > 0,05$).

Portanto, apesar de ainda não ter estudos sobre o efeito do TR ao longo do tempo (destreinamento) nos parâmetros inflamatórios em indivíduos com SD, é possível fazer uma inferência da importância da dose-mínima de exercício físico para reduzir o estado inflamatório nessa população. Uma vez que, os indivíduos com SD aumentaram sua expectativa de vida e diretamente aumentaram o risco de doença crônicas, como diabetes mellitus.



Recomendações. Há evidências de que o TR pode diminuir a inflamação, com efeitos benéficos de até 3 meses após o final do treinamento.

ESTRESSE OXIDATIVO

O estresse oxidativo pode ocorrer quando há um desequilíbrio entre a geração e a remoção de espécies reativas de oxigênio (EROs) no organismo. Infelizmente, o estresse oxidativo é elevado desde o nascimento em pessoas com SD (MUCHOVÁ; ZITNANOVA; DURACKOVA, 2014; JOVANOVIC; CLEMENTS; MACLEOD,1998). Isso ocorre devido a superexpressão de superóxido dismutase-1 (SOD1), localizado no cromossomo 21 e codificado pelo gene SOD1. O SOD catalisa a dismutação do ânion superóxido em peróxido de hidrogênio, o qual será convertido em água pela ação da glutatona peroxidase (GPX) e catalase (CAT) (Figura 18) (MUCHOVÁ; ZITNANOVA; DURACKOVA, 2014).

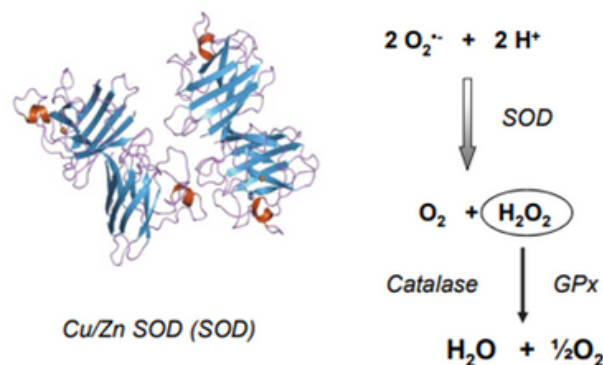


Figura 18. Função da Superóxido Dismutase Cu/Zn (SOD) no organismo. CAT = Catalase, GPx = Glutaciona peroxidases. Figura do estudo de Muchová; Zitnanova; Durackova (2014).

Na pessoa com SD, há uma maior produção de peróxido de hidrogênio do que o CAT e GPX podem catabolizar, pois a proporção de SOD é maior do GPX e CAT. Desse modo, o excesso de peróxido de hidrogênio e/ou seu produto de conversão (radical hidroxila), resulta no estresse oxidativo. Diante desse cenário, a literatura relata os danos oxidativos celulares como a principal contribuinte para o envelhecimento precoce, neurodegeneração e acúmulo intracelular de depósitos da beta-amiloide. Essa resulta no aumento da prevalência da doença de Alzheimer nos indivíduos com SD gerando o declínio cognitivo e demência (ANTONARAKIS et al., 2020). Além disso, o aumento da produção de ROS leva a degeneração e apoptose dos neurônios em adultos com SD (MUCHOVÁ; ZITNANOVA; DURACKOVA, 2014; ANTONARAKIS et al., 2020).

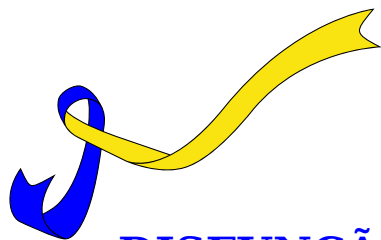
A literatura mostra que o exercício físico induz um aumento de ERO devido à contração do músculo esquelético (POWERS et al., 2020; POWERS; JACKSON, 2008). De modo que, existe uma relação de dose-resposta entre intensidade e ERO, assim, exercícios com alta intensidade e volume podem gerar dano oxidativo aos miócitos contraídos e acelerar a fadiga muscular (POWERS et al., 2020).

Por outro lado, uma revisão sistemática com 144 indivíduos com SD, em idade média de 18,4 anos e IMC 23,9 kg/m², indicou a redução do estresse oxidativo e aumento da defesa antioxidante, após a realização de exercícios aeróbico e treino de judô. O programa era caracterizado por treinamento com duração de 12 semanas, realizado 3 vezes na semana com a sessão durando 34 minutos. A intensidade relatada foi de 60-75% da frequência cardíaca pico e o treino era progressivo (SHIELDS et al., 2018).

Em relação ao TR, estudo recente em adultos com SD mostrou que a realização desse modelo de treino melhorou o sistema de defesa antioxidante e levou a redução do dano oxidativo (ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021). Após 12 semanas de TR (3 por semanas; 40-50% 8 RM), pessoas ativas com SD aumentaram o antioxidante total ($0,38 \pm 0,07$ vs. $0,45 \pm 0,05$ nmol/l), a atividade da glutathione redutase ($11,8 \pm 2,6$ vs. $13,2 \pm 2,7$ mg/ml) e os níveis plasmáticos de glutathione ($8,3 \pm 0,8$ vs. $9,6 \pm 0,9$ U/gHb) quando comparados a um grupo controle com SD (ROSETY - RODRIGUEZ et al., 2021). O mesmo estudo encontrou redução em ambos os marcadores de dano oxidativo [malondialdeído ($1,76 \pm 0,61$ vs. $1,38 \pm 0,50$ μ mol/l) e grupos carbonila ($7,82 \pm 2,90$ vs. $6,19 \pm 2,38$ nmol/mg)] no grupo intervenção. Apesar dos resultados positivos do TR e no dano oxidativo, mais trabalhos são necessários para entender o efeito do exercício de TR nas respostas ao estresse oxidativo em diferentes faixas etárias, daí o papel potencial do TR como estímulo para a adaptação.



Recomendações. Melhorias no estresse oxidativo foram demonstradas após TR em adultos com SD.



DISFUNÇÃO MITOCONDRIAL: QUAL SUA INFLUÊNCIA, NA PRÁTICA DO TREINAMENTO RESISTIDO NOS INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DE DOWN?

As mitocôndrias são organelas dinâmicas cuja função é manter a homeostase celular. Elas têm um papel essencial na conversão de energia, além de regular a apoptose e sinalização de cálcio. Por outro lado, para manter a integridade mitocondrial é preciso ter o equilíbrio entre a dinâmica mitocondrial que envolve a substituição de mitocôndrias perdidas (biogênese mitocondrial); clivagem das partes danificadas das mitocôndrias e a fusão das saudáveis (fissão/fusão) e eliminação de mitocôndrias irreversivelmente danificadas (mitofagia) (SORRIENTO; DI VAIA; IACCARINO, 2021)

Todavia, quando há alterações em uma dessas etapas há o comprometimento do metabolismo celular, também conhecido como disfunção mitocondrial. Ela pode contribuir para o envelhecimento prematuro, baixos níveis de atividade física e doença de Alzheimer em indivíduos com SD (VALENTI et al., 2018). Isso se deve ao defeito mitocondrial primário (em números mitocondriais ou atividade mitocondrial intrínseca) que leva a um desequilíbrio entre a fusão e a fissão mitocondrial resultante em produção inadequada de energia mitocondrial, tolerância prejudicada ao exercício, bem como disfunção bioenergética e metabólica intrínseca no músculo esquelético no SD (PECZE; RANDI; SZABO, 2020; VALENTI; BRAIDY; DE RASMO; SIGNORILE et al., 2018).

Desse modo, para manter a homeostase mitocondrial é necessário compreender como a triplicação do cromossomo 21 irá influenciar nesse mecanismo. Assim, a figura 19 demonstra como ocorre o processo de biogênese mitocondrial, mitofagia e fusão/fissão que regulam a organização mitocondrial intracelular em pessoas com SD diferentes faixas etárias, daí o papel potencial do TR como estímulo para a adaptação.

Enquanto, o receptor estimulado por coativador 1 α do receptor gama (PGC-1 α) é ativado pelo proliferador de peroxissoma, um regulador nodal da biogênese mitocondrial. Essa pode ser determinada por variações no número, tamanho e massa das mitocôndrias. O PGC-1 α induz a síntese e/ou a atividade de vários fatores de transcrição, incluindo o Fator 1 Nuclear Respiratório 1 (NRF1), que regula os genes mitocondriais codificados nucleares (NEMGs), e o fator de transcrição A (TFAM), que controla a transcrição, replicação e reparo do DNA mitocondrial (FIGURA 19) (MOLLO et al., 2020; SORRIENTO; DI VAIA; IACCARINO, 2021).

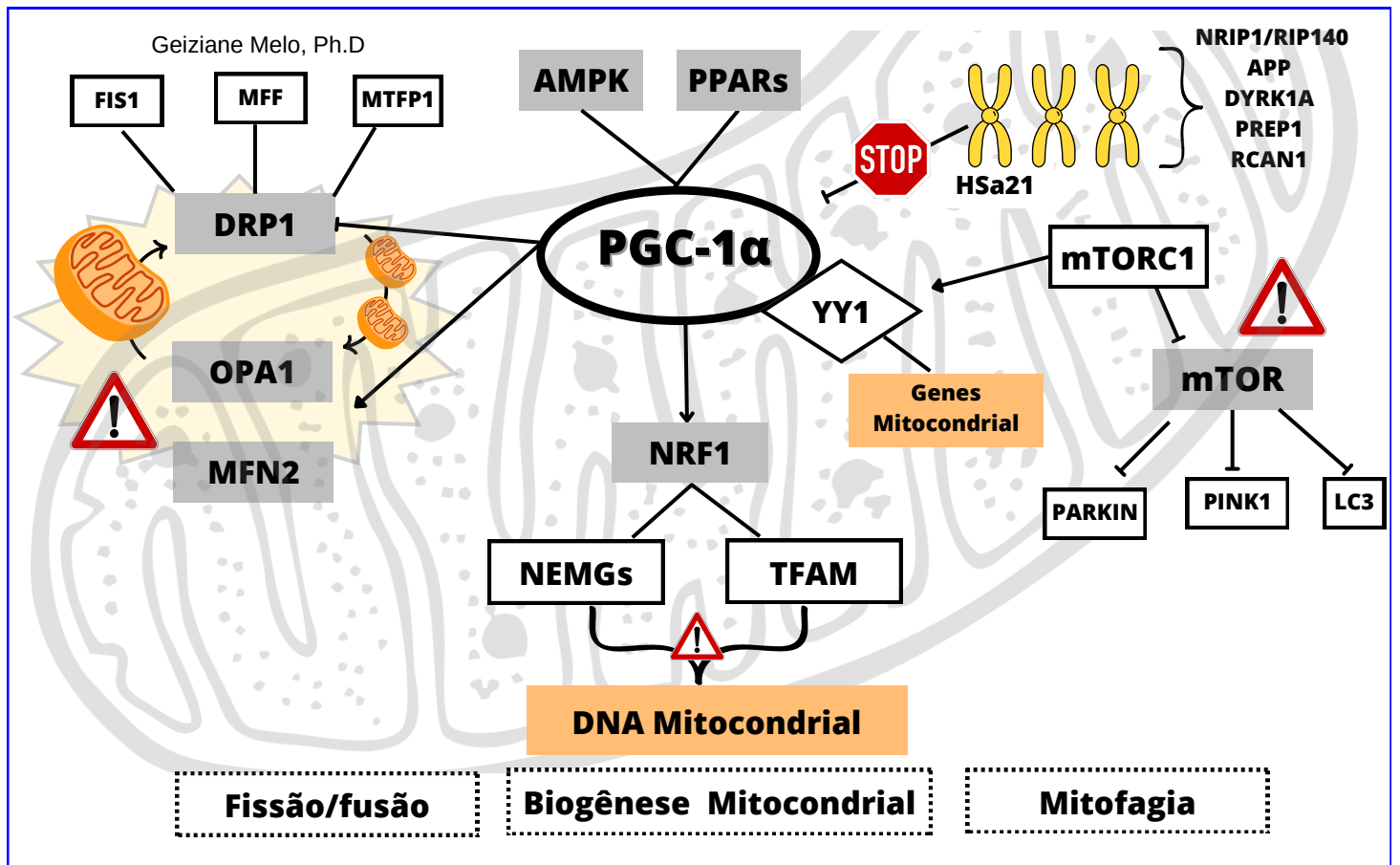


Figura 19. Mecanismo da organização mitocondrial intracelular em pessoas com SD. PGC-1 α , coativador 1 α do receptor gama ativado pelo proliferador de peroxissoma; NRF1, fator 1 nuclear respiratório 1; NEMGs, genes mitocondriais codificados nucleares; TFAM, fator de transcrição A; PPARs, proliferadores de peroxissomas; AMPK, proteína quinase ativada por AMP; YY1, Yin-Yang 1 mTOR, alvoda rapamicina em mamíferos; mTORC1, complexo 1 da proteína alvo mecânico da rapamicina; PINK1, putativa induzida por PTEN cinase 1; PARKIN, proteína ligase ubiquitina parkin RBR E3; LC3, cadeia leve 3; MFN1/2, mitofusina 1/2; OPA1, gene 1 da atrofia óptica; DRP1, proteína relacionada à dinamina 1; FIS1, proteína de fissão 1; MFF, fator de fissão mitocondrial; MTFP1, proteína 1 do processo de fissão mitocondrial; NRIP1/RIP140, proteína de interação com receptor nuclear 1. Fonte: Desenvolvido pela autora.

Entretanto, para haver sua ativação, o PGC-1 α é regulado tanto no nível transcricional quanto no pós-translacional. No nível transcricional, há receptores ativos que regulam sua expressão como proliferadores de peroxissomas (PPARs). Enquanto no pós-translacional, a proteína quinase ativada por AMP (AMPK) promove a transativação de genes nucleares envolvidos na biogênese e função mitocondrial (FIGURA 19) (SORRIENTO; DI VAIA; IACCARINO, 2021). Por outro lado, estudo prévio demonstrou que genes do cromossomo 21 (HSA21), como proteína de interação com receptor nuclear 1 (NRIP1/RIP140), APP, DYRK1A, PREP1 e RCAN1, podem reprimir a expressão e/ou atividade do PGC-1 α — Figura 19 (IZZO et al., 2018).

Além disso, o PGC-1 α realiza autotranscrição através do fator Yin-Yang 1 (YY1), ativado pela proteína alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR). Os genes mitocondriais ligam diretamente ao YY1, enquanto o PGC-1 α atua como um coativador transcricional do YY1 de maneira dependente do mTOR. Ao mesmo tempo, o PGC-1 α interage com o mTOR através do complexo de ativação de rapamicina do complexo 1 (mTORC1), permitindo que o mTOR controle a função oxidativa mitocondrial modificando a interação física entre YY1 e PGC-1 α (FIGURA 19) (MOLLO et al., 2020; SORRIENTO; DI VAIA; IACCARINO, 2021).

A sinalização mTORC1 regula dois processos sinérgicos na depuração de mitocôndrias danificadas: (i) início da autofagia e (ii) direcionamento seletivo mediado por putativa induzida por PTEN cinase 1 (PINK1) e proteína ligase ubiquitina parkin RBR E3 (PARKIN) de mitocôndrias desacopladas para a maquinaria autofágica (SORRIENTO; DI VAIA; IACCARINO, 2021). Cabe destacar que, o PGC-1 α é um regulador na depuração das mitocôndrias danificadas, de modo a influenciar na mitofagia. Essa é dependente das vias PINK1 e da PARKIN. Após a despolarização mitocondrial, o PINK1 se acumula na membrana externa mitocondrial, onde recrutar PARKIN para as mitocôndrias danificadas. Enquanto a cadeia leve 3 (CL3) promove a formação de autofagossomos (FIGURA 19) (MOLLO; CICATIELLO; AURILIA; SCOGNAMIGLIO et al., 2020).

Por fim, o PGC-1 α estimula a expressão gênica de mitofusina 1/2 (MFN1/2) para controlar a fissão/fusão. A superexpressão de PGC-1 α induz um deslocamento da rede mitocondrial para a fusão, impactando na expressão do gene 1 da atrofia óptica (OPA1), MFN1 e MFN2 reprimindo a expressão da proteína relacionada à dinamina 1 (DRP1) (IZZO et al., 2018). A DRP1 desempenha um papel central nesse processo, pois possivelmente interage com a proteína de fissão 1 (FIS1), fator de fissão mitocondrial (MFF) e proteína 1 do processo de fissão mitocondrial (MTFP1) para a superfície mitocondrial, onde forma um anel de constrição de membrana (FIGURA 19) (MOLLO et al., 2020).

Por outro lado, em função da trissomia do 21, o PGC-1 α tem sua ativação prejudicada devido à regulação positiva do NRIP1/RIP140 associado a codificação negativa dos genes HSA21 (IZZO et al., 2018). Isso gera a hiperativação mTOR resultando em alterações nas mitocondrias desses indivíduos. Mollo e colaboradores (2020) demonstraram que a rede mitocondrial de fibroblastos humanos com SD se mostrou altamente fragmentada, com um número aumentado de mitocôndrias mais curtas e um menor volume mitocondrial médio, resultando em um acúmulo de mitocôndrias danificadas.

De modo que, essa arquitetura mitocondrial altamente fragmentada nos indivíduos com SD irá influenciar diretamente no PGC-1 α , pois a expressão dos dois genes indutores de fusão, OPA1 e MFN2, foi diminuída enquanto a expressão de DRP1 está aumentada (IZZO et al., 2018). Isso gera um a hiperativação exacerbada da via de sinalização proteína quinase B (AKT) junto a mTOR resultando no desequilíbrio na regulação do fluxo de autofagia que leva a efeitos negativos na rotatividade mitocondrial em células e tecidos de pessoas com SD (MOLLO et al., 2020). Um resumo dos mecanismos mitocondriais que potencialmente medeiam a disfunção muscular é relatado na Figura 20.

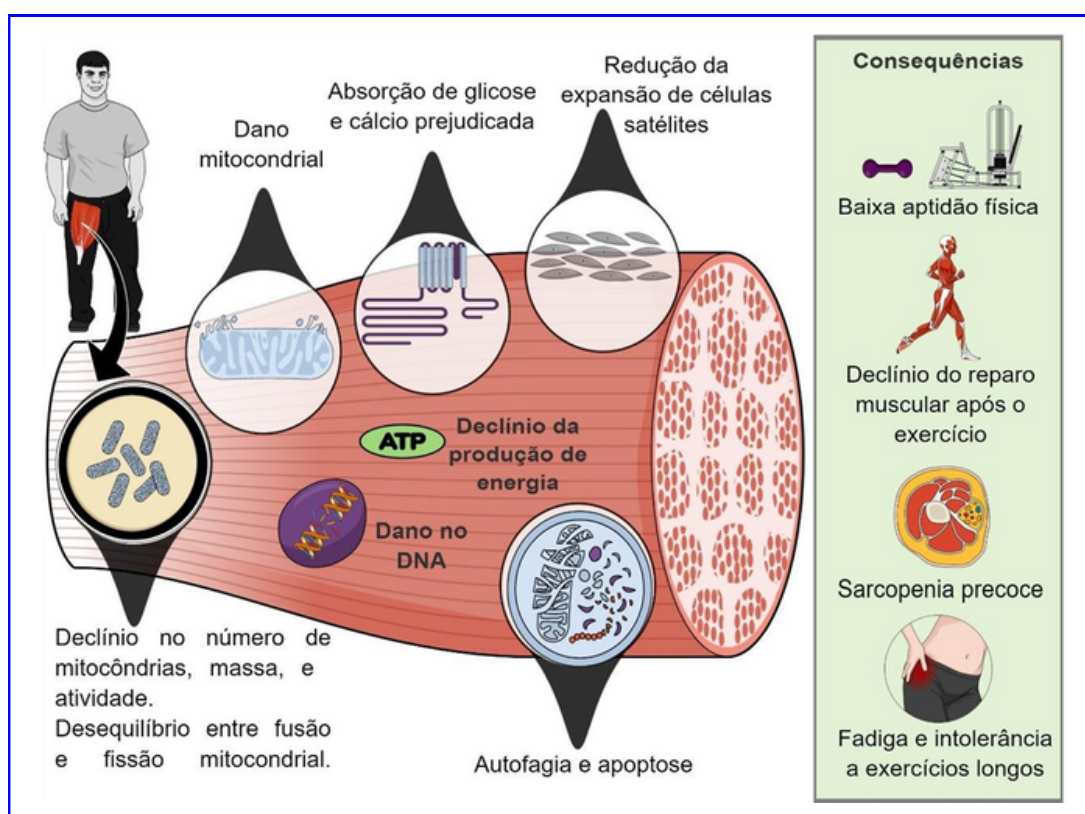


Figura 20. Papel da disfunção mitocondrial nas anormalidades do músculo esquelético (MELO et al., 2022).

Nesse contexto, Cowley et al. (2012) demonstraram que camundongos SD (modelo Ts65Dn) apresentaram fadiga progressiva do músculo esquelético em protocolos repetidos de ativação/recuperação. Essa fraqueza muscular contrátil foi associada à alteração de diferentes mecanismos metabólicos (por exemplo, captação de glicose e cálcio), bem como à disfunção mitocondrial (HAWLI; NASRALLAH; FULEIHAN, 2009; PECZE; RANDI; SZABO, 2020). Assim, indivíduos com SD são mais propensos à fadiga e são intolerantes a períodos prolongados de exercício (PECZE; RANDI; SZABO, 2020). A literatura mostra que após uma sessão aguda, decorrente do teste de torque isocinética máximo do músculo quadríceps, a ressíntese de fosfocreatina (PCr) avaliada por espectroscopia de ressonância magnética foi 16% mais lenta em adultos com SD em comparação com controle sem SD, mas com deficiência intelectual (PHILLIPS et al., 2013).

Esse resultado indicou haver uma deficiência na função respiratória mitocondrial e alteração nos mecanismos bioquímicos no músculo esquelético dessa população (PHILLIPS et al., 2013).

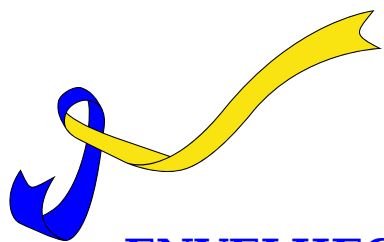
Além disso, um estudo recente realizado em camundongos com SD (modelo Ts65Dn) mostrou que um mês de treinamento (exercício aeróbico) não melhorou a composição corporal, porém, verificou-se que a trissomia afetou diretamente a resposta metabólica do musculoesquelético ao exercício (CISTERNA et al., 2022). O mesmo estudo demonstrou que camundongos euplóides têm uma melhor capacidade de restaurar o armazenamento de energia (por exemplo, PCr) do que camundongos trissômicos. Assim, é possível inferir que um programa de TR duas vezes por semana no primeiro microciclo (duração de 4 semanas) seria adequado para indivíduos sedentários com SD realizarem o aprendizado motor e adaptação neural.

Infelizmente, observou-se que a regeneração muscular em camundongos trissômicos é atenuada devido à redução da expansão das células satélites, tendo em vista que essas mantêm a musculatura esquelética e são essenciais para o reparo muscular após o exercício (PAWLIKOWSKI et al., 2018). Desse modo, sugere-se que o aumento da intensidade e volume do treinamento deve ser iniciado no segundo microciclo seguindo os princípios da sobrecarga progressiva. Uma vez que a forma de melhorar a saúde mitocondrial seria por meio de estratégias terapêuticas (p.e. medicamentos) e não-farmacológicas (p.e. exercício físico).

O exercício físico induz a biogênese mitocondrial e permite a reparação/eliminação de mitocôndrias danificadas por meio do aumento da rotatividade mitocondrial que ativa mecanismos como AMPK e aumenta a expressão das mitofusinas no músculo esquelético que ativa a via PGC-1 α e estimula a fusão mitocondrial (SORRIENTO; DI VAIA; IACCARINO, 2021). Com isso, o aumento da expressão de PGC-1 α no músculo melhora a saúde mitocondrial, bem como sua tolerância ao exercício. Logo, a prática de exercício é essencial para pessoas com SD.



Recomendações. Indivíduos com SD são mais propensos à fadiga e são intolerantes a períodos prolongados de exercício. Desse modo sugere-se que os microciclos de treinamento seja de 4 semanas em que se deve foca na intensidade do treinamento (sobrecarga progressiva), e não no volume de treinamento. Os mesociclos deve ter no mínimo 3 microciclos . A cada mesociclo se coloca novo tipo exercício, mas sempre respeitando o processo de ensino e aprendizagem do movimento.



ENVELHECIMENTO PRECOCE, DOENÇA DE ALZHEIMER E EXERCÍCIO FÍSICO NA SÍNDROME DE DOWN

A Síndrome de Down (SD) é ocasionada por uma anomalia genética que resulta em uma cópia extra do cromossomo 21 humano (HSA21) (BULL, 2020). Devido a isso, ocorre um aumento no número de cópias dos genes HSA21, o que pode desencadear diversas patologias, tais como estresse oxidativo, disfunção mitocondrial e até mesmo a Doença de Alzheimer.

Em decorrência disso, muitas pessoas com SD manifestam sintomas clínicos relacionados ao envelhecimento acelerado, como enrugamento precoce da pele, cabelos grisalhos prematuros, perda auditiva, declínio da imunidade, menopausa precoce e demência de início precoce semelhante à Doença de Alzheimer (BULL, 2020; TSOU, 2021). O envelhecimento é um processo natural que envolve perda progressiva das funções fisiológicas e integridade ao longo do tempo, afetando todos os seres humanos. Na SD, o envelhecimento pode ser representado por um modelo com doze características interconectadas, como ilustrado na Figura 21 (PENG et al., 2023).

Estudos demonstram que nas últimas décadas houve um aumento significativo da expectativa de vida de pessoas com SD (IULITA, et al., 2022). No entanto, esse aumento vem acompanhado por um aumento nas doenças relacionadas ao envelhecimento, tais como a Síndrome Metabólica e a Catarata, e principalmente pela Doença de Alzheimer (DA), que é um problema comum em adultos com SD. Aos 40 anos de idade, quase 100% das pessoas com SD já apresentam lesões características da doença de Alzheimer no cérebro, conforme ilustrado na figura 22 (MCCARRON et al., 2017).

A DA é um distúrbio neurodegenerativo progressivo relacionado à idade, caracterizado por perda neuronal progressiva e pela presença de emaranhados neurofibrilares e placas senis no cérebro. A superexpressão do gene da proteína precursora do amiloide (APP), associado a uma triplicação do cromossomo 21, é a principal causa do aumento da prevalência de DA em indivíduos com SD (IULITA, et al., 2022). Essa superexpressão resulta em um acúmulo excessivo de β -amiloide (A β) e em emaranhados neurofibrilares compostos por Tau hiperfosforilada. Essa condição pode ser observada em pessoas com SD aos 40 anos de idade, sendo o principal componente das placas senis no cérebro, conforme ilustrado na figura 23 (IULITA, et al., 2022).

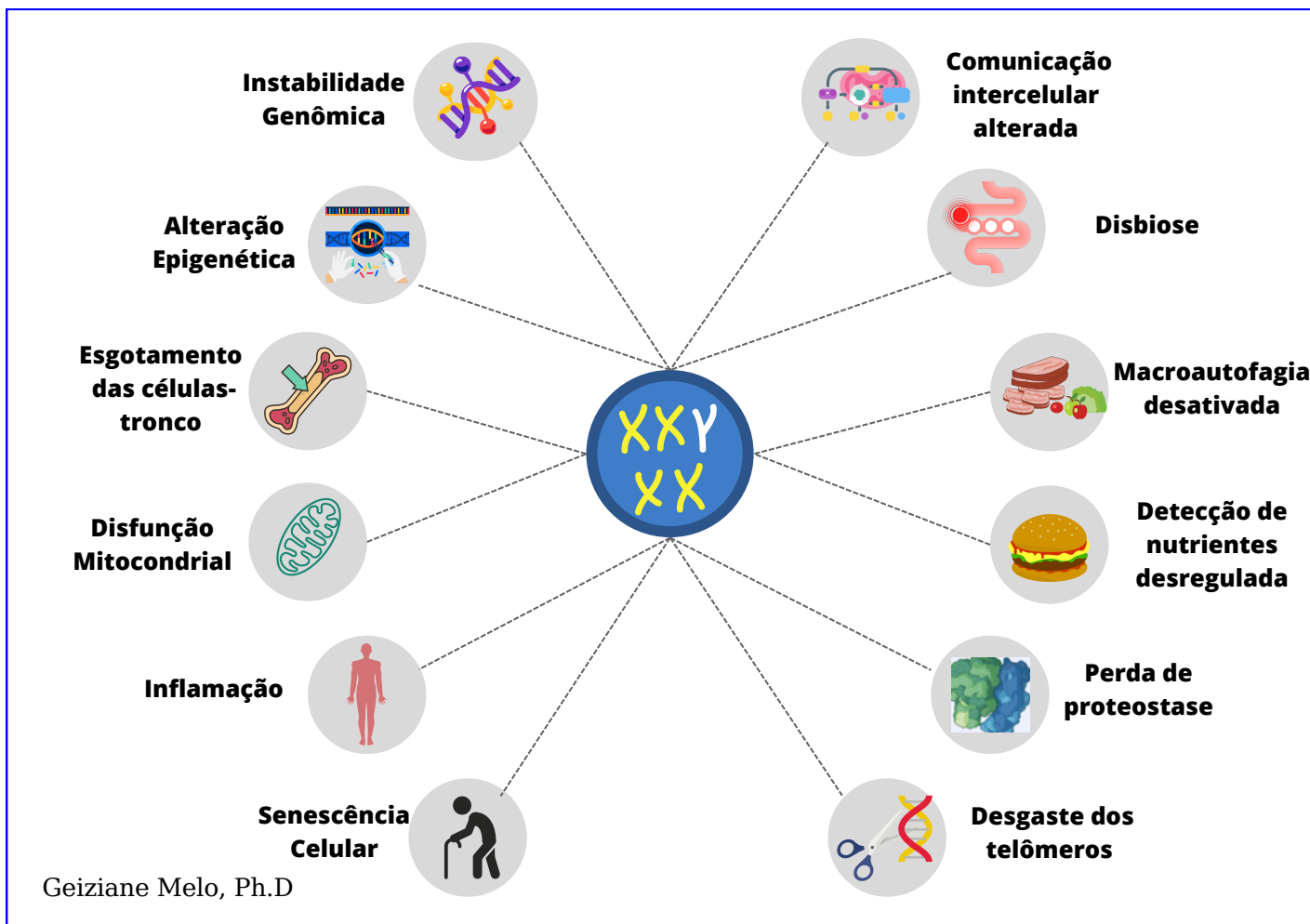


Figura 21. Resumo sobre o envelhecimento prematuro das pessoas com Síndrome de Down. As doze características do envelhecimento — instabilidade genômica, alteração epigenética, esgotamento das células-tronco, inflamação crônica, disfunção mitocondrial, senescência celular, detecção de nutrientes desregulada, macroautofagia deficiente, disbiose, comunicação intercelular alterada, perda de proteostase e desgaste dos telômeros — que potencialmente sustentam o envelhecimento prematuro na SD. Adaptado do estudo de Peng et al., (2023).

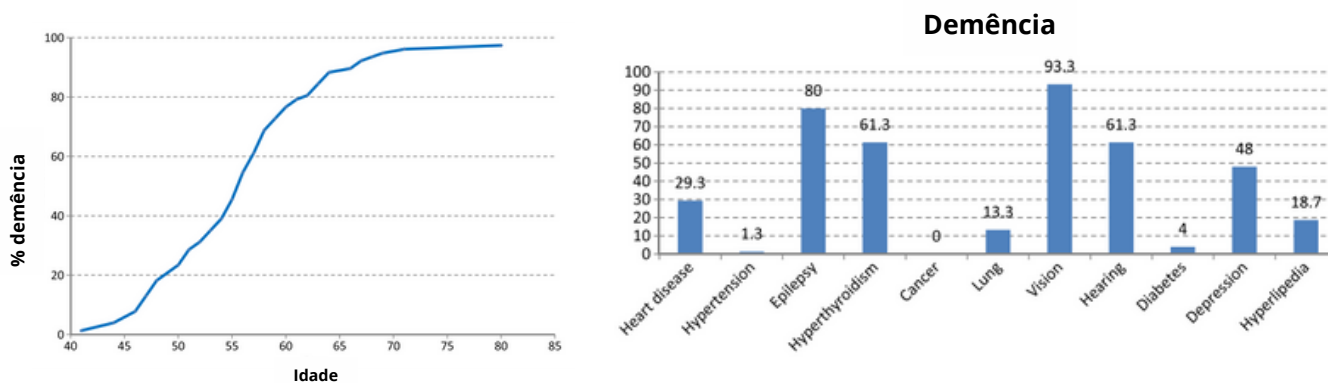


Figura 22. Representa o aumento exponencial em % sobre demência acompanhada de suas comorbidades: doenças cardíacas, hipertensão, epilepsia, hipertireoidismo, problemas no pulmão, na visão e na audição, diabetes, depressão. Figura do estudo de MCCARRON et al., 2017.

Além disso, a literatura demonstra que o estresse oxidativo e a disfunção mitocondrial presente na população com SD devido ao cromossomo HSA21 contribui para acelerar a doença neurodegenerativa. Isso ocorre porque a condição da mitocondrial induz o aumento na produção de EROS por meio da condição defeituosa dessa organela. Esse aumento degrada os processos mitocondriais, como a biogênese mitocondrial e reduz a eficácia da mitofagia fazendo que haja o aumento do estresse oxidativo (FIGURA 23) (VALENTI et al., 2018).

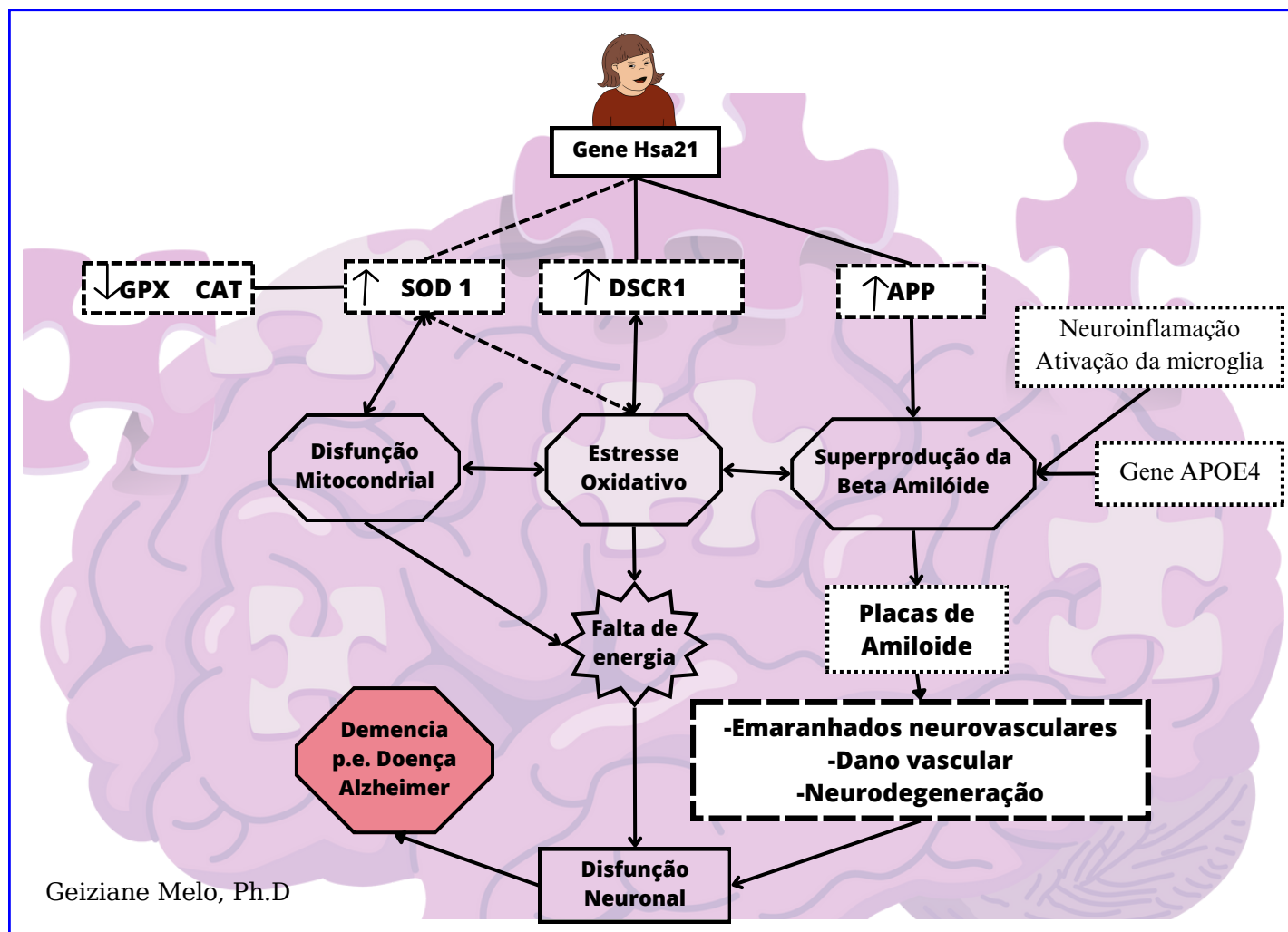


Figura 23. O envelhecimento prematuro das pessoas com Síndrome de Down. Gene APP: gene da proteína precursora de amiloide, DYRK1A: quinase 1ª regulada por fosforilação de tirosina de dupla especificidade, ApoE4: Apolipoproteína E4, SOD1: superóxido dismutase-1, GPX: glutaciona peroxidase e CAT: catalase. Adaptado do estudo de Valenti et al., (2018).

Os sintomas de DA frequentemente observados em adultos com SD incluem perda de memória, perda de peso, diminuição das habilidades nas atividades da vida diária, levando ao aumento da dependência, alterações de personalidade, apatia, epilepsia de início tardio e perda das habilidades de conversação (BARNHART; CONNOLLY, 2007).

Entretanto, apesar da presença de um fator genético comum, há uma variação considerável na idade de início dos sintomas, velocidade de progressão e padrão de declínio da doença de Alzheimer (DA). Algumas dessas manifestações são atribuíveis a outros fatores genéticos, como a presença de alelos APO ϵ 4, que estão associados a um maior risco de DA na população em geral e a uma idade mais precoce de início da doença em indivíduos com SD (IULITA et al., 2022). Além disso, os efeitos do estresse oxidativo e da disfunção mitocondrial podem acelerar o envelhecimento precoce em pessoas com SD (Figura 23).

Por outro lado, a literatura sugere a importância dos efeitos neuroprotetores e neuromoduladores da atividade física (AF) e sua relação inversa com o risco de demência em adultos com SD. A prática de exercícios com intensidade moderada reduziu em 62% o risco de declínio da memória e orientação, enquanto exercícios de alta intensidade reduziram em 87% o risco de declínio da personalidade e do comportamento em adultos com SD sem diagnóstico de demência (PAPE et al., 2021).

Além disso, o exercício físico tem o potencial de melhorar a função executiva em pessoas com SD. Ringenbach et al. (2016) demonstraram que o exercício aeróbico realizado em uma bicicleta ergométrica motorizada a uma cadência 80% mais rápida do que a velocidade autosselecionada durante 8 semanas melhorou a memória de trabalho, planejamento, inibição e tempo de reação, mas não a memória de curto prazo em comparação com o ciclismo voluntário a uma velocidade autosselecionada. Resultados semelhantes foram encontrados para treinamento combinado (aeróbico e resistido) em adultos com SD (23 anos), após 12 semanas de treinamento, em que foi observada uma melhora no funcionamento executivo diário (atividade de vida diária), porém não houve mudança na função executiva, memória e linguagem (SHIELDS et al., 2022).

Com relação ao treinamento resistido, Post et al. (2022) demonstraram que após 10 semanas de treinamento em adultos com SD, houve uma diminuição significativa nos distúrbios de humor, além de melhorar o desempenho cognitivo, especificamente na função executiva, na capacidade de memória de trabalho visuo-espacial e na atividade do lobo frontal.

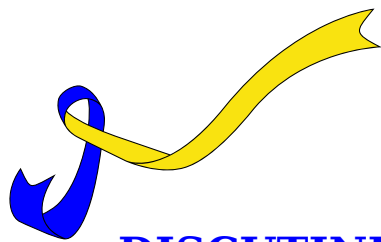
Apesar dos resultados serem clinicamente relevantes, as condições associadas à síndrome de Down e as limitações das funções executivas podem impactar a prática de exercícios. Infelizmente, indivíduos com SD normalmente não participam dos níveis recomendados de exercícios devido a barreiras fisiológicas, ambientais, sociais e atitudinais relacionadas à sua deficiência, incluindo a necessidade de apoio social (MAHY et al., 2010).

Ainda é preciso lembrar que, apesar do exercício físico não curar o DA, ele pode proteger contra declínios cognitivos relacionados à idade e retardar o início da DA na população SD. Estilos de vida fisicamente ativos podem continuar a ter efeitos benéficos sobre o funcionamento cognitivo na idade adulta. Especificamente, adultos jovens e de meia-idade com SD ativos nas intensidades adequadas demonstram melhor funcionamento executivo, memória episódica e capacidade de construção visuoespacial, bem como menos sintomas de demência do que adultos com SD com estilos de vida menos ativos fisicamente (FLEMING et al., 2021). Desse modo, a atividade física e exercício físico pode promover um envelhecimento saudável nessa população.

Além disso, é importante ressaltar que a prática de exercícios físicos apresenta benefícios para a saúde mental e emocional, como a redução do estresse e da ansiedade. Isso é especialmente relevante para pessoas com SD, que muitas vezes enfrentam desafios emocionais e sociais. A atividade física pode ser uma forma de melhorar a autoestima e a autoconfiança, além de promover a interação social e a sensação de pertencimento a um grupo. Por isso, é fundamental que programas de exercício físico sejam acessíveis e inclusivos para pessoas com SD, levando em consideração suas necessidades e limitações individuais. Dessa forma, poderemos garantir que essa população tenha acesso aos benefícios da atividade física e possa desfrutar de uma vida mais saudável e plena.



Recomendações. Melhorias na função cognitiva foram demonstradas após TR em adultos com SD. Mas são necessárias novas investigações com variação populacional (diferentes faixa etárias, níveis de atividade física, com e sem diagnóstico de demência) e como a função cognitiva pode ser influenciada pela prática regular do exercício físico.



DISCUTINDO E REPENSANDO A PRÁTICA DO TREINAMENTO DE FORÇA NOS INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DE DOWN

As evidências coletadas e relatadas nesse livro mostram benefícios promissores do treinamento resistido (TR) para a saúde de indivíduos com SD. Há estudos que sustentam que o TR aumenta a força muscular, melhora a composição corporal, a capacidade funcional e o equilíbrio, enquanto reduz o estado inflamatório e o estresse oxidativo, bem como melhora o sistema imunológico. Tais efeitos podem ser importantes para a promoção da saúde, bem-estar e longevidade em indivíduos com SD. Além disso, um conjunto emergente de dados convincentes demonstra que diferentes protocolos de TR podem induzir efeitos benéficos em tecidos, órgãos e sistemas fisiológicos distintos em indivíduos com SD (Figura 24). No entanto, a qualidade metodológica geral da literatura atual é heterogênea em vários campos-chave. Para melhorar a qualidade das evidências, são necessárias investigações bem desenhadas e padronizadas com grandes amostras para estabelecer os parâmetros ideais para a prescrição de exercícios.

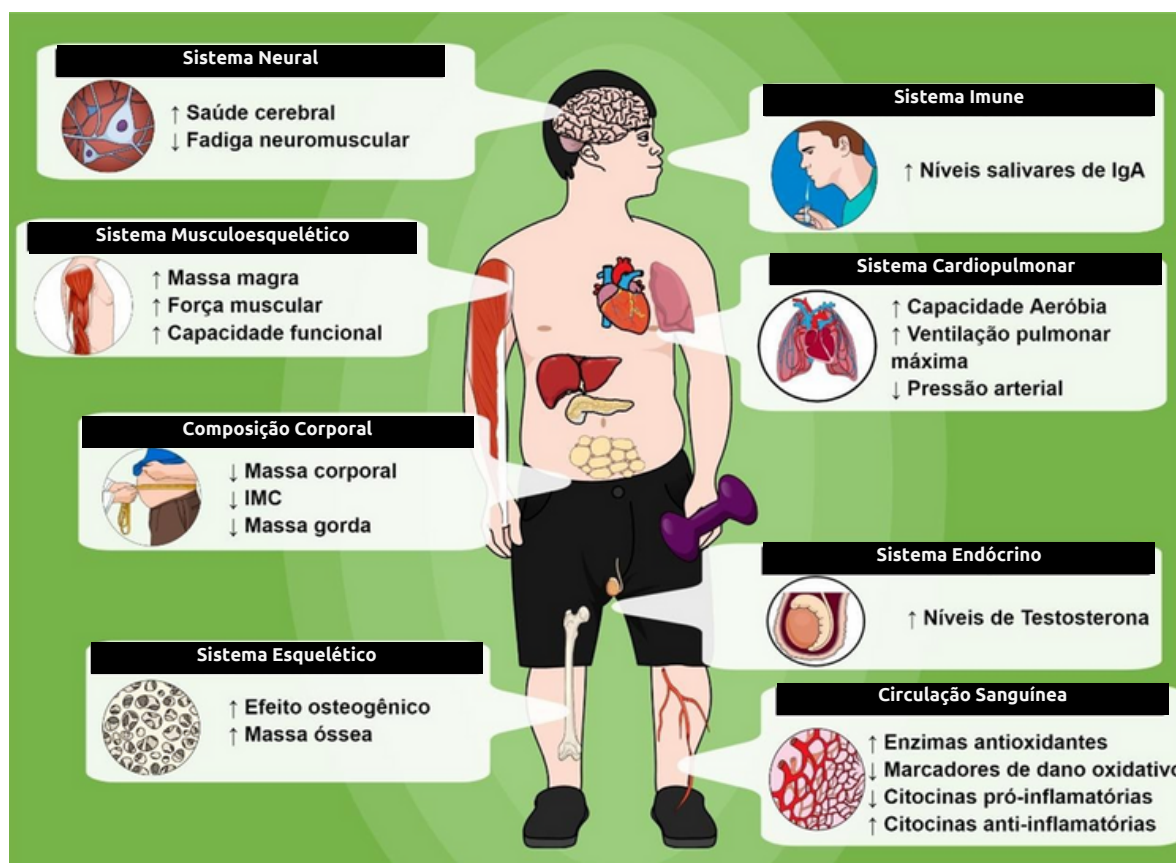


Figura 24. Visão geral dos efeitos do TR nos sistemas fisiológicos em pessoas com Síndrome de Down. O exercício pode promover respostas positivas de saúde em diferentes órgãos (MELO et al., 2022).

Desse modo, houve uma tentativa de resumir a força das evidências científicas disponíveis sobre TR e indivíduos com SD observadas no desenvolvimento dos capítulos desse livro. Observou-se ainda existem lacunas na literatura tanto nos efeitos do TR em relação às respostas cardiovasculares, danos musculares, estresse oxidativo, inflamação, hormônios testosterona e imunoglobulina A, considerando que dentre esses tópicos apresentados, foi encontrado na literatura apenas um estudo (DIAZ et al., 2021; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2021; SERON et al., 2015; FORNIELES et al., 2014; ROSETY-RODRIGUEZ et al., 2013). Além disso, a maioria desses estudos foi realizada em adultos jovens com SD, exceto o estudo sobre respostas cardiovasculares e TR em adolescentes com média de idade 15.7 ± 2.82 anos (SERON et al., 2015).

Num encaminhamento a partir do entendimento das lacunas, estudos futuros devem avaliar a associação entre massa/força muscular e fatores de risco para doenças crônicas (biomarcadores inflamatórios, nível de colesterol, insulina, PA sistólica, PA diastólica e FC) em indivíduos com SD. Acredita-se que uma alta prioridade deve ser dada a essa questão, pois estudos de coorte mostraram que a diminuição na massa e força muscular é um preditor de fatores de risco de doenças crônicas e mortalidade por todas as causas (GARCÍA-HERMOSO et al., 2018; VOLAKLIS; HALLE; MEISINGER, 2015; RUIZ et al., 2008). Esse tópico é relevante pode agregar novos conceitos e implicações para a saúde pública em condições de SD.

Independentemente das vantagens do TR, a participação de pessoas com SD em programas regulares permanece baixa na prática clínica, provavelmente devido a vários aspectos, como limitações de tempo, dificuldade elevada e acesso limitado a academias, profissionais capacitados e equipamentos. Assim, a identificação de abordagens de exercícios que limitem as barreiras ao envolvimento pode estimular o engajamento em TR e, conseqüentemente, melhorar os resultados de saúde são necessários. Foi proposto que doses mínimas de exercício, caracterizadas por volumes de sessão mais baixos do que nas diretrizes tradicionais de TR, podem melhorar a massa muscular, a força e a capacidade funcional em pessoas mais jovens e em idosos (FYFE; HAMILTON; DALY, 2021). Essas estratégias de dose mínima para TR conseguem reduzir muitas barreiras à participação no exercício e podem ter implicações benéficas para a viabilidade e escalabilidade no contexto de SD.

Indivíduos com SD possuem graus variados de atrasos cognitivos, de muito leve a severo. Além disso, as deficiências visuais e auditivas variam muito entre os indivíduos com SD, o que pode afetar o aprendizado do exercício. Associado a esses

fatores, 70% dos adultos com SD desenvolvem neuropatologia semelhante à doença de Alzheimer (DA) aos 40 anos e a adesão ao exercício para pessoas com DA pode ser muito desafiadora, devido às combinações únicas de sintomas da DA (por exemplo, sintomas comportamentais e psicológicos de demência) (ANTONARAKIS et al., 2020; YU; GREIMEL; KELLY; WYMAN, 2017). Infelizmente, não existem intervenções eficazes para retardar ou prevenir significativamente o aparecimento da DA, mas as pessoas com SD precisam ser fisicamente ativas como parte de um plano de envelhecimento saudável (PAPE; BAKSH; STARTIN; HAMBURG et al., 2021). Por outro lado, investigações mostraram que o exercício físico pode prevenir e promover melhorias no tratamento da DA, ao proporcionar melhoras na modulação do turnover do β amiloide, inflamação, síntese e liberação de neurotrofinas, bem como no fluxo sanguíneo cerebral em idosos sem SD (DE LA ROSA et al., 2020).

A prescrição ideal de treinamento requer uma abordagem centrada na pessoa usando estratégias individualizadas, com um equilíbrio adequado de estímulo de exercício e recuperação ideal para atingir resultados fisiológicos ideais. Do ponto de vista clínico, parece ser importante iniciar a TR o mais cedo possível para obter o melhor desempenho físico, melhorando os parâmetros de saúde e qualidade de vida.

No entanto, para que a prática do TR seja bem-sucedida nos indivíduos com SD, os motivos de aderência, adesão e abandono de um programa de exercícios devem ser considerados, discutidos e avaliados entre profissionais de Educação física e cuidadores (familiares e/ou responsáveis). Além disso, uma possibilidade que não deve ser descartada é que os indivíduos com SD devem ser supervisionados por uma equipe multidisciplinar com método multifatorial de longa duração (terapias cognitivo — comportamentais, nutricionista e intervenção médica), na tentativa de compreender os reais impactos do TR no cotidiano.

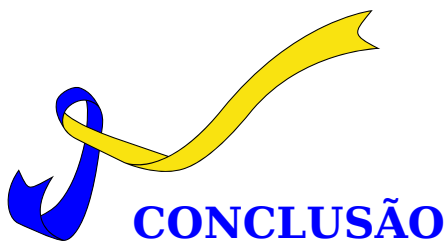
Por isso, propõe-se que as variáveis agudas do treinamento (intensidade, duração, volume, frequência e intervalo) sejam controladas, abordadas e integradas com sucesso para criar uma intervenção eficaz, independentemente dos tipos de exercícios resistidos. A interação ótima dessas variáveis pode potencializar profundamente os resultados do treinamento e requer atenção, principalmente em indivíduos sedentários com SD. Recomendamos a inclusão de sobrecarga progressiva para maximizar as adaptações. No entanto, há necessidade de estudos adicionais para entender as possíveis discrepâncias do tipo de SD (livre, translocação e mosaico), idade e sexo em resposta a diferentes protocolos de TR, além dos efeitos da interrupção do exercício ou destreinamento.

Devido à hipermobilidade das articulações, baixa qualidade muscular e densidade óssea relacionada à SD, a prescrição deve ser realizada com maior cautela do que em adultos jovens e sem deficiência. A atenção primária deve ser dada à instrução correta do movimento e os relatos verbais assertivos são essenciais. A seleção de exercícios resistidos para indivíduos com SD deve ser baseada em necessidades específicas, que visem melhorar o equilíbrio estático e dinâmico, a coordenação motora, a mobilidade funcional e, conseqüentemente, a independência funcional. Indivíduos que podem tolerar exercícios bilaterais em cadeia cinética fechada representam um ótimo indicativo de capacidade de força coordenada intermuscular (VALENTI et al., 2018; FRAGALA et al., 2019).

O treinamento físico deve refletir todos os principais grupos musculares nas extremidades superiores e inferiores, com prioridade para movimentos multiarticulares. Para idosos com SD, um programa de intervenção de exercícios multicomponentes pode ser uma estratégia alternativa para melhorar a marcha, o equilíbrio e a força, além de reduzir a taxa de quedas (FRAGALA et al., 2019).

Apesar do TR apresentar aplicabilidade prática imediata e benefícios na saúde dos indivíduos com SD, é importante para pesquisas futuras verificar os efeitos do TR nessa população em diferentes faixas etárias, principalmente após os 30 anos. Uma vez que a literatura tem pesquisado, principalmente em adolescentes e jovens adultos. Por outro lado, pessoas com SD estão vivendo mais e estão expostas ao envelhecimento precoce que pode aumentar o risco de comorbidades e mortalidade nessa população (TENENBAUM; CHAVKIN; WEXLER; KOREM et al., 2012; TSOU; BULOVA; CAPONE; CHICOINE et al., 2020). Por fim, dado o rápido desenvolvimento das pesquisas nessa área, são necessárias atualizações anuais desta revisão para acompanhar as últimas descobertas sobre a prescrição de TR para indivíduos com SD.

Além disso, é importante ressaltar que o treinamento resistido deve ser adaptado às características individuais do sujeito com SD, tais como idade, nível de atividade física e comorbidades. É essencial que o programa de treinamento seja supervisionado por um profissional qualificado, que tenha experiência em trabalhar com pessoas com deficiência. A intensidade do treinamento deve ser aumentada gradualmente, de acordo com a capacidade do indivíduo, e é fundamental que haja uma avaliação constante do seu desempenho e progresso. Por fim, o treinamento resistido pode ser uma importante ferramenta para melhorar a qualidade de vida e a saúde de pessoas com SD, desde que seja prescrito e executado de forma adequada e segura.



CONCLUSÃO

Este guia recomenda que indivíduos com SD sedentários realizem um protocolo de treinamento de resistência (TR) com o primeiro microciclo (duração de 4 semanas) com intensidade moderada (40-65% de 8RM), frequência semanal de dois dias e o intervalo mínimo de 24 horas entre as sessões. O protocolo deve apresentar um modelo alternado por segmento, começando com os grandes grupos musculares e, em seguida, prosseguindo para os menores (por exemplo, *leg press*, bíceps na polia, cadeira flexora, tríceps na polia, entre outros). É recomendável a utilização de máquinas de TR para orientar os movimentos, facilitando o aprendizado motor e garantindo a segurança na execução.

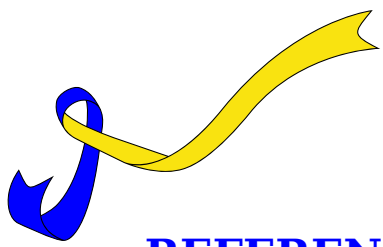
Também foi observado que o efeito de duas a três séries com seis a doze repetições tem melhorado a força muscular. O intervalo mínimo de 90 segundos entre as séries é necessário para manter a eficiência na execução do exercício. A sobrecarga progressiva é importante para manter a qualidade do treinamento e garantir seus benefícios.

O programa de TR deve ser adaptado de acordo com as características, limitações e potencialidades dos indivíduos. É essencial utilizar uma linguagem simples e direta, além de demonstrações visuais de como os movimentos devem ser executados. O treino com pares e/ou escolher uma música que os indivíduos desejam ouvir durante a sessão de treinamento têm sido abordagens de ensino eficazes para orientar a tarefa. O sistema de recompensa intrínseco mostrou-se efetivo para motivar os indivíduos com SD a realizar o TR eficazmente.

O TR promove benefícios positivos, como aumento da força, melhora da composição corporal, capacidade funcional e equilíbrio, redução do estado inflamatório e estresse oxidativo, além de melhorar o sistema imunológico. Os protocolos de TR fornecidos neste guia podem ser úteis para profissionais de Educação Física e outros profissionais da área de saúde, bem como pesquisadores, para planejar efetivamente o programa de TR para indivíduos com SD.

Além disso, é importante salientar que a supervisão de um profissional de Educação Física é fundamental para o sucesso do treinamento. O profissional deve estar atento às condições de saúde do indivíduo, ajustar a carga de acordo com a evolução do treinamento e prevenção de lesões. O acompanhamento médico também é importante para avaliar a adaptação do indivíduo ao treinamento e verificar a necessidade de ajustes no programa.

Por fim, é fundamental incentivar a prática regular de atividade física e o envolvimento da família do indivíduo com SD no processo de treinamento. A participação da família pode aumentar a motivação do indivíduo, além de garantir um ambiente seguro e acolhedor para a prática de exercícios físicos. Com um programa de TR adequado e personalizado, é possível promover a saúde e melhorar a qualidade de vida dos indivíduos com SD.



REFERENCIAS

ABOU SAWAN, S.; NUNES, E. A.; LIM, C.; MCKENDRY, J. et al. The Health Benefits of Resistance Exercise: Beyond Hypertrophy and Big Weights. *Exercise, Sport, and Movement*, 1, n. 1, p. e00001, 2023.

AGIOVLASITIS, S.; COLLIER, S. R.; BAYNARD, T.; ECHOLS, G. H. et al. Autonomic response to upright tilt in people with and without Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 31, n. 3, p. 857-863, 2010.

AGIOVLASITIS, S.; JIN, J.; YUN, J. Age-Group Differences in Body Mass Index, Weight, and Height in Adults With Down Syndrome and Adults With Intellectual Disability From the United States. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 38, n. 1, p. 79-94, 2020.

ALSAKHAWI, R. S.; ELSHAFFEY, M. A. Effect of core stability exercises and treadmill training on balance in children with Down Syndrome: randomized controlled trial. *Advances in therapy*, 36, n. 9, p. 2364-2373, 2019.

ANGELOPOULOU, N.; MATZIARI, C.; TSIMARAS, V.; SAKADAMIS, A. et al. Bone mineral density and muscle strength in young men with mental retardation (with and without Down syndrome). *Calcified Tissue International*, 66, n. 3, p. 176-180, 2000.

ANGELOPOULOU, N.; TSIMARAS, V.; CHRISTOULAS, K.; MANDROUKAS, K. Measurement of range of motion in individuals with mental retardation and with or without Down syndrome. *Perceptual and motor skills*, 89, n. 2, p. 550-555, 1999.

ANTONARAKIS, S. E.; SKOTKO, B. G.; RAFII, M. S.; STRYDOM, A. et al. Down syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, 6, n. 1, p. 1-20, 2020.

ASLAM, Aisha A. et al. Diabetes and obesity in Down Syndrome across the lifespan: a retrospective cohort study using UK electronic health records. *Diabetes care*, v. 45, n. 12, p. 2892-2899, 2022.

BARNHART, R. C.; CONNOLLY, B. Aging and Down syndrome: implications for physicaltherapy. *Physical therapy*, 87, n. 10, p. 1399-1406, 2007.

BARR, M.; SHIELDS, N. Identifying the barriers and facilitators to participation in physical activity for children with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 55, n. 11, p. 1020-1033, 2011.

BASTIAANSE, L. P.; HILGENKAMP, T. I.; ECHELDE, M. A.; EVENHUIS, H. M. Prevalence and associated factors of sarcopenia in older adults with intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 33, n. 6, p. 2004-2012, 2012.

BAYEN, E.; POSSIN, K. L.; CHEN, Y.; DE LANGAVANT, L. C. et al. Prevalence of aging, dementia, and multimorbidity in older adults with Down syndrome. *JAMA neurology*, 75, n. 11, p. 1399-1406, 2018.

BEERSE, M.; HENDERSON, G.; LIANG, H.; AJISAFE, T. et al. Variability of Spatio-temporal gait parameters in children with and without Down syndrome during treadmill walking. *Gait & posture*, 68, p. 207-212, 2019.

BERTAPELLI, Fabio et al. Overweight and obesity in children and adolescents with Down syndrome—prevalence, determinants, consequences, and interventions: a literature review. *Research in developmental disabilities*, v. 57, p. 181-192, 2016.

BOSCHIERO, M. N.; PALAMIM, C. V. C.; ORTEGA, M. M.; MARSON, F. A. L. Clinical characteristics and comorbidities of COVID-19 in unvaccinated patients with Down syndrome: first-year report in Brazil. *Human Genetics*, 141, n. 12, p. 1887- 1904, 2022.

BULL, F. C.; AL-ANSARI, S. S.; BIDDLE, S.; BORODULIN, K. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*, 54, n. 24, p. 1451-1462, 2020.

BULL, M. J. Down syndrome. *New England Journal of Medicine*, 382, n. 24, p. 2344-2352, 2020.

CAPONE, G. T.; CHICOINE, B.; BULOVA, P.; STEPHENS, M. et al. Co-occurring medical conditions in adults with Down syndrome: A systematic review toward the development of health care guidelines. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 176, n. 1, p. 116-133, 2018.

CARMELI, E.; AYALON, M.; BARCHAD, S.; SHEKLOW, S. L. et al. Isokinetic leg strength of institutionalized older adults with mental retardation with and without Down's syndrome. *Journal of strength and conditioning research*, 16, n. 2, p. 316-320, 2002.

CILHOROZ, Burak T. et al. Cardiovascular physiology and pathophysiology in Down syndrome. *Physiological Research*, v. 71, n. 1, p. 1, 2022.

CHAUSHU, S.; YEFENOF, E.; BECKER, A.; SHAPIRA, J. et al. A link between parotid salivary Ig level and recurrent respiratory infections in young Down's syndrome patients. *Oral microbiology and immunology*, 17, n. 3, p. 172-176, 2002.

CHEN, Hao-Ling; YEH, Chun-Fu; HOWE, Tsu-Hsin. Postural control during standing reach in children with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, v. 38, p. 345-351, 2015.

CHODZKO-ZAJKO, W. J.; PROCTOR, D. N.; SINGH, M. A. F.; MINSON, C. T. et al. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41, n. 7, p. 1510-1530, 2009.

CIONI, M.; COCILOVO, A.; DI PASQUALE, F.; ARAUJO, M. et al. Strength deficit of knee extensor muscles of individuals with Down syndrome from childhood to adolescence. *American Journal of mental retardation: AJMR*, 99, n. 2, p. 166-174, 1994.

CISTERNA, B.; BONTEMPI, P.; SOBOLEV, A. P.; COSTANZO, M. et al. Quantitative magnetic resonance characterization of the effect of physical training on skeletal muscle of the Ts65Dn mice, a model of Down syndrome. 2022.

CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of physical medicine & rehabilitation*, 81, n. 11, p. S52-S69, 2002.

Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health. *Obes Res*, 6 Suppl 2, p. 51S-209S, Sep 1998.

COELHO-JUNIOR, H. J.; VILLANI, E. R.; CALVANI, R.; CARFÌ, A. et al. Sarcopenia-related parameters in adults with Down syndrome: a cross-sectional exploratory study. *Experimental gerontology*, 119, p. 93-99, 2019.

CORSI, M. M.; DOGLIOTTI, G.; PEDRONI, F.; GALLIERA, E. et al. Adipocytokines in Down's syndrome, an atheroma-free model: Role of adiponectin. Archives of gerontology and geriatrics, 48, n. 1, p. 106-109,2009.

COSTA, Ramón et al. Bone mineral density distribution curves in Spanish adults with Down syndrome. Journal of Clinical Densitometry, v. 21, n. 4, p. 493-500, 2018.

COVELLI, V.; RAGGI, A.; MEUCCI, P.; PAGANELLI, C. et al. Ageing of people with Down's syndrome: a systematic literature review from 2000 to 2014. International Journal of Rehabilitation Research, 39, n. 1, p. 20-28, 2016.

COWLEY, P. M.; KESLACY,S.; MIDDLETON, F. A.; DERUISSEAU, L. R. et al. Functional and biochemical characterization of soleus muscle in Down syndrome mice: insight into the muscle dysfunction seen in the human condition. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 303, n. 12, p. R1251-R1260, 2012.

COWLEY, P. M.; PLOUTZ-SNYDER, L. L.; BAYNARD,T.; HEFFERNAN, K. et al. Physical fitness predicts functional tasks in individuals with Down syndrome. Med Sci SportsExerc, 42, n. 2, p. 388-393, 2010.

COWLEY, P. M.; PLOUTZ-SNYDER, L. L.; BAYNARD,T.; HEFFERNAN, K. S. et al. The effect of progressive resistance training on leg strength, aerobic capacity and functional tasks of daily living in persons with Down syndrome. Disability and Rehabilitation, 33, n. 22-23, p. 2229-2236, 2011.

Cuesta-Vargas A, Hilgenkamp T. Reference Values of Grip Strength Measured with a Jamar Dynamometer in 1526 Adults with Intellectual Disabilities and Compared to Adults without Intellectual Disability. PLoS One. 2015 Jun 8;10(6):e0129585. doi: 10.1371/journal.pone.0129585. PMID: 26053852; PMCID: PMC4460022.

CUNNINGHAM, C.; O'DONOGHUE, G.; COSGRAVE, S.; SANDS, T. et al. Gym staff perspectives on disability inclusion: a qualitative study. Disability and rehabilitation, p. 1-8, 2022.

DAVIS, W. E.; SINNING, W. E. Muscle stiffness in Down syndrome and other mentally handicapped subjects: a research note. Journal of motor behavior, 19, n. 1, p. 130-144, 1987.

DEASUA, D. R.; PARRA, P.; COSTA, R.; MOLDENHAUER, F. et al. Evaluation of the impact of abdominal obesity on glucose and lipid metabolism disorders in adults with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 35, n. 11, p. 2942-2949, 2014.

DECARVALHO, T. D.; DE ABREU, L. C.; MUSTACCHI, Z.; VANDERLEI, L. C. M. et al. Cardiac autonomic modulation of children with Down syndrome. *Pediatriccardiology*, 36, n. 2, p. 344-349, 2015.

DE GRAAF, G.; BUCKLEY, F.; SKOTKO, B. People living with down syndrome in the USA: Births and population. *Down Syndrome Education International* <https://dsuri.net/us-population-factsheet>, 2019.

DE GRAAF, G.; BUCKLEY, F.; SKOTKO, B. G. Estimation of the number of people with Down syndrome in Europe. *European Journal of Human Genetics*, 29, n. 3, p. 402-410, 2021.

DE LA ROSA, A.; OLASO-GONZALEZ, G.; ARC-CHAGNAUD, C.; MILLAN, F. et al. Physical exercise in the prevention and treatment of Alzheimer's disease. *Journal of Sport and Health Science*, 9, n. 5, p. 394-404, 2020.

DE WINTER, C. D.; BASTIAANSE, L.; HILGENKAMP, T.; EVENHUIS, H. et al. Overweight and obesity in older people with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*, 33, n. 2, p. 398-405, 2012.

DE WINTER, C. F.; MAGILSEN, K. W.; VAN ALFEN, J. C.; WILLEMSEN, S. P. et al. Metabolic syndrome in 25% of older people with intellectual disability. *Family Practice*, 28, n. 2, p. 141-144, 2011.

DIAZ, A. J.; ROSETY, I.; ORDONEZ, F. J.; BRENES, F. et al. Effects of Resistance Training in Muscle Mass and Markers of Muscle Damage in Adults with Down Syndrome. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, n. 17, p. 8996, 2021.

DILEK, G.; ÖZTÜRK, C.; HEPGULER, A.; OZKINAY, F. et al. The effect of exercise on bone mineral density in patients with Down syndrome. *JOURNAL OF PEDIATRIC RESEARCH*, 5, n. 3, 2018.

DODD, K. J.; SHIELDS, N. A systematic review of the outcomes of cardiovascular exercise programs for people with Down syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86, n. 10, p. 2051-2058, 2005.

DOWN, J. L. H. Observations on an ethnic classification of idiots. *London hospital reports*, 3, n. 1866, p. 259-262, 1866.

DUPLANTY, A.; VINGREN, J.; KELLER, J. Exercise training recommendations: Working with individuals with intellectual disabilities. *Strength & Conditioning Journal*, 36, n. 2, p. 29-31, 2014.

EMERSON, N. S.; STOUT, J. R.; FUKUDA, D. H.; ROBINSON, E. H. et al. Resistance training improves capacity to delay neuromuscular fatigue in older adults. *Archives of Gerontology and geriatrics*, 61, n. 1, p. 27-32, 2015.

FAIGENBAUM, A. D. Strength training for children and adolescents. *Clinics in sports medicine*, 19, n. 4, p. 593-619, 2000.

FAIGENBAUM, A. D.; KRAEMER, W. J.; BLIMKIE, C. J.; JEFFREYS, I. et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23, p. S60-S79, 2009.

FAIGENBAUM, A. D.; MYER, G. D. Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations. *Current sports medicine reports*, 9, n. 3, p. 161-168, 2010.

FERNHALL, B.; BAYNARD, T.; COLLIER, S. R.; FIGUEROA, A. et al. Catecholamine response to maximal exercise in persons with Down syndrome. *The American Journal of Cardiology*, 103, n. 5, p. 724-726, 2009.

FERNHALL, B.; FIGUEROA, A.; COLLIER, S.; GOULOPOULOU, S. et al. Resting metabolic rate is not reduced in obese adults with Down syndrome. *Mental retardation*, 43, n. 6, p. 391-400, 2005.

FERNHALL, B.; MENDONCA, G. V.; BAYNARD, T. Reduced work capacity in individuals with Down syndrome: a consequence of autonomic dysfunction? *Exercise and sport sciences reviews*, 41, n. 3, p. 138-147, 2013.

FERNHALL, B.; OTTERSTETTER, M. Attenuated responses to sympathoexcitation in individuals with Down syndrome. *Journal of Applied Physiology*, 94, n. 6, p. 2158-2165, 2003.

FLEMING, Victoria et al. Physical activity and cognitive and imaging biomarkers of Alzheimer's disease in Down syndrome. *Neurobiology of Aging*, v. 107, p. 118-127, 2021.

FLORE, P.; BRICOUT, V.-A.; BIESEN, D. V.; GUINOT, M. et al. Oxidative stress and metabolism at rest and during exercise in persons with Down syndrome. *European Journal of Preventive Cardiology*, 15, n. 1, p. 35-42, 2008.

FLORENTINO NETO, J.; PONTES, L. M. D.; FERNANDES FILHO, J. Body composition alterations resulting from weight training in subjects with Down Syndrome. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 16, n. 1, p. 09-12, 2010.

FOLEY, C.; KILLEEN, O. G. Musculoskeletal anomalies in children with Down syndrome: an observational study. *Archives of disease in childhood*, 104, n. 5, p. 482-487, 2019.

FORNIELES, G.; ROSETY, M.; ELOSEGUI, S.; ROSETY, J. et al. Salivary testosterone and immunoglobulin A were increased by resistance training in adults with Down syndrome. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 47, p. 345-348, 2014.

FRAGALA, M. S.; CADORE, E. L.; DORGO, S.; IZQUIERDO, M. et al. Resistance training for older adults: a position statement from the National Strength and Conditioning Association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, n. 8, 2019.

FRASER, J.; MITCHELL, A. Kalmuc idiocy: report of a case with autopsy. *Journal of Mental Science*, 22, n. 98, p. 169-179, 1876.

FYFE, J. J.; HAMILTON, D. L.; DALY, R. M. Minimal-dose resistance training for improving muscle mass, strength, and function: a narrative review of current evidence and practical considerations. *Sports medicine*, p. 1-17, 2021.

GARCÍA-HERMOSO, A.; CAVERO-REDONDO, I.; RAMÍREZ-VÉLEZ, R.; RUIZ, J. R. et al. Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in an apparently healthy population: a systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99, n. 10, p. 2100-2113. e2105, 2018.

GHAENI, S.; BAHARI, Z.; KHAZAEI, A. A. Effect of core stability training on static balance of the children with Down syndrome. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy*, 5, n. 1, p. 49-54, 2015.

GINIS, K. A. M.; VAN DER PLOEG, H. P.; FOSTER, C.; LAI, B. et al. Participation of people living with disabilities in physical activity: a global perspective. *The Lancet*, 2021.

GLASSON, E.; DYE, D.; BITTLES, A. H. The triple challenges associated with age-related comorbidities in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58, n. 4, p. 393-398, 2014.

GONZÁLEZ-AGÜERO, A.; ARA, I.; MORENO, L. A.; VICENTE-RODRÍGUEZ, G. et al. Fat and lean masses in youths with Down syndrome: gender differences. *Research in developmental disabilities*, 32, n. 5, p. 1685-1693, 2011.

GONZÁLEZ-AGÜERO, A.; VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; GÓMEZ-CABELLO, A.; ARA, I. et al. A 21-week bone deposition promoting exercise program increases bone mass in young people with Down syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54, n. 6, p. 552-556, 2012.

GONZÁLEZ-AGÜERO, A.; VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; GÓMEZ-CABELLO, A.; ARA, I. et al. A combined training intervention program increases lean mass in youths with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 32, n. 6, p. 2383-2388, 2011.

GUERRA, M.; LLORENS, N.; FERNHALL, B. Chronotropic incompetence in persons with Down syndrome. *Archives of physical medicine and Rehabilitation*, 84, n. 11, p. 1604-1608, 2003.

GUPTA, S.; RAO, B. K.; KUMARAN, S. Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 25, n. 5, p. 425-432, 2011.

GUZMÁN-MUÑOZ, E.; GUTIÉRREZ-NAVARRO, L.; MIRANDA-DÍAZ, S. Postural control in children, adolescents and adults with Down syndrome. *International Medical Review on Down Syndrome*, 21, n. 1, p.12-16, 2017.

HAWLI, Y.; NASRALLAH, M.; FULEIHAN, G. E.-H. Endocrine and musculoskeletal abnormalities in patients with Down syndrome. *Nature Reviews Endocrinology*, 5, n. 6, p. 327-334, 2009.

HENDERSON, G.; FERREIRA, D.; WU, J. The effects of direction and speed on treadmill walking in typically developing children. *Gait & posture*, 84, p. 169-174, 2021.

HILGENKAMP, T. I.; WEE, S. O.; SCHROEDER, E. C.; BAYNARD, T. et al. Peripheral blood flow regulation in response to sympathetic stimulation in individuals with Down syndrome. *Artery research*, 24, p. 16-21, 2018.

HU, M.; YAN, H.; RANADIVE, S. M.; AGIOVLASITIS, S. et al. Arterial stiffness response to exercise in persons with and without Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 34, n. 10, p. 3139-3147, 2013.

HUGGARD, D.; KELLY, L.; RYAN, E.; MCGRANE, F. et al. Increased systemic inflammation in children with Down syndrome. *Cytokine*, 127, p. 154938, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

IELLAMO, F.; GALANTE, A.; LEGRAMANTE, J. M.; LIPPI, M. E. et al. Altered autonomic cardiac regulation in individuals with Down syndrome. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 289, n. 6, p. H2387-H2391, 2005.

ILLOUZ, T.; BIRAGYN, A.; IULITA, M. F.; FLORES-AGUILAR, L. et al. Immune Dysregulation and the Increased Risk of Complications and Mortality Following Respiratory Tract Infections in Adults With Down Syndrome. *Frontiers in immunology*, 12, p. 2375, 2021.

IULITA, Maria Florencia et al. Association of Alzheimer's disease with life expectancy in people with Down syndrome. *JAMA network open*, v. 5, n. 5, p. e2212910-e2212910, 2022.

IVERSEN, V. M.; NORUM, M.; SCHOENFELD, B. J.; FIMLAND, M. S. No time to lift? Designing time-efficient training programs for strength and hypertrophy: a narrative review. *Sports medicine*, 51, n.10, p. 2079-2095, 2021.

IZQUIERDO-GOMEZ, R.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, D.; TEJERO-GONZALEZ, C. M.; CABANAS-SÁNCHEZ, V. et al. ¿ Are poor physical fitness and obesity two features of the adolescent with Down syndrome? *Nutricion hospitalaria*, 28, n. 4, p. 1348-1351, 2013.

IZQUIERDO-GOMEZ, R.; VEIGA, Ó. L.; VILLAGRA, A.; DIAZ-CUETO, M. Correlates of sedentary behavior in youths with Down syndrome: the UP&DOWN study. *Journal of Sports Sciences*, 33, n. 14, p. 1504-1514, 2015.

IZZO, A.; MOLLO, N.; NITTI, M.; PALADINO, S. et al. Mitochondrial dysfunction in Down syndrome: molecular mechanisms and therapeutic targets. *Molecular Medicine*, 24, p. 1-8, 2018.

JACINTO, M.; OLIVEIRA, R.; BRITO, J. P.; MARTINS, A. D. et al. Prescription Effects of Strength Training in Individuals with Intellectual Disability—A Systematic Review. *Sports*, 9, n. 9, p. 125, 2021.

JOVANOVIĆ, S. V.; CLEMENTS, D.; MACLEOD, K. Biomarkers of oxidative stress are significantly elevated in Down syndrome. *Free Radical Biology and Medicine*, 25, n. 9, p. 1044-1048, 1998.

KELLY, A.; GIDDING, S. S.; WALEGA, R.; COCHRANE, C. et al. Relationships of body composition to cardiac structure and function in adolescents with down syndrome are different than in adolescents without down syndrome. *Pediatric cardiology*, 40, n. 2, p. 421-430, 2019.

KIM, A.; BAEK, S.; PARK, S.; SHIN, J. Bone mineral density of femur and lumbar and the relation between fat mass and lean mass of adolescents: based on Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHNES) from 2008 to 2011. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, n. 12, p. 4471, 2020.

KIM, H. I.; KIM, S. W.; KIM, J.; JEON, H. R. et al. Motor and cognitive developmental profiles in children with Down syndrome. *Annals of rehabilitation medicine*, 41, n. 1, p. 97, 2017.

KOVAČIČ, T.; KOVAČIČ, M.; OVSENIK, R.; ZURC, J. The impact of multicomponent programmes on balance and fall reduction in adults with intellectual disabilities: a randomised trial. *Journal of Intellectual Disability Research*, 64, n. 5, p. 381-394, 2020.

LAUTESLAGER, P.; VERMEER, A.; HELDERS, P. Disturbances in the motor behaviour of children with Down's syndrome: The need for a theoretical framework. *Physiotherapy*, 84, n.1, p. 5-13, 1998.

LI, N.; LI, P.; LU, Y.; WANG, Z. et al. Effects of resistance training on exercise capacity in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: A meta-analysis and systematic review. *Aging Clinical and Experimental Research*, 32, n. 10, p. 1911-1922, 2020.

LIN, H.-C.; WUANG, Y.-P. Strength and agility training in adolescents with Down syndrome: A randomized controlled trial. *Research in developmental disabilities*, 33, n. 6, p.2236-2244, 2012.

MAGGE, S. N.; ZEMEL, B. S.; PIPAN, M. E.; GIDDING, S. S. et al. Cardiometabolic risk and body composition in youth with Down syndrome. *Pediatrics*, 144, n. 2, 2019.

MAHY, J.; SHIELDS, N.; TAYLOR, N.; DODD, K. Identifying facilitators and barriers to physical activity for adults with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54, n. 9, p.795-805, 2010.

MAÏANO, C.; HUE, O.; LEPAGE, G.; MORIN, A. J. et al. Do exercise interventions improve balance for children and adolescents with Down syndrome? A systematic review. *Physical therapy*, 99, n. 5, p. 507-518, 2019.

MALAK, Roksana et al. Delays in motor development in children with Down syndrome. *Medical Science Monitor: international medical journal of Experimental and clinical research*, v. 21, p. 1904, 2015.

MARTTALA, J.; YLINIEMI, O.; GISSLER, M.; NIEMINEN, P. et al. Prevalence of down's syndrome in a pregnant population in Finland. *Acta obstetrica et gynecologica scandinavica*, 89, n. 5, p. 715-717, 2010.

MCCARRON, M.; MCCALLION, P.; REILLY, E.; DUNNE, P. et al. A prospective 20-year longitudinal follow-up of dementia in persons with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 61, n. 9, p. 843-852, 2017.

MÉGARBANÉ, A.; RAVEL, A.; MIRCHER, C.; STURTZ, F. et al. The 50th anniversary of the discovery of trisomy 21: the past, present, and future of research and treatment of Down syndrome. *Genetics in Medicine*, 11, n. 9, p. 611-616, 2009.

MELO, Geiziane Leite Rodrigues et al. Resistance training and Down Syndrome: A narrative review on considerations for exercise prescription and safety. *Frontiers in Physiology*, p. 1802, 2022. DOI: [10.3389/fphys.2022.948439](https://doi.org/10.3389/fphys.2022.948439).

MELO, G.; MORAES, M.; NASCIMENTO, E.; BOATO, E. et al. Field-based versus laboratory-based estimates of muscle quality index in adolescents with and without Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 2022.

MELO, G. L. R.; MORAES, M. R.; ABREU, W. F.; OLHER, R. R. et al. Cardiovascular and nitric oxide response after maximal voluntary isometric contraction in adolescents with and without Down Syndrome. *Research, Society and Development*, 11, n. 1, p. e50011125342-e50011125342, 2022.

MENDONCA, G.; PEREIRA, F.; MORATO, P.; FERNHALL, B. Walking economy of adults with Down syndrome. *International Journal of sports medicine*, 31, n. 01, p. 10-15, 2010.

MENDONCA, G. V.; PEREIRA, F. D.; FERNHALL, B. Reduced exercise capacity in persons with Down syndrome: cause, effect, and management. *Therapeutics and clinical risk management*, 6, p. 601, 2010.

MENDONCA, Goncalo V.; PEREIRA, Fernando D.; FERNHALL, Bo. Heart rate recovery and variability following combined aerobic and resistance exercise training in adults with and without Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, v. 34, n. 1, p. 353-361, 2013.

MOLLO, N.; CICATIELLO, R.; AURILIA, M.; SCOGNAMIGLIO, R. et al. Targeting mitochondrial network architecture in Down syndrome and aging. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, n. 9, p. 3134, 2020.

MORRISON, R. A.; MCGRATH, A.; DAVIDSON, G.; BROWN, J. J. et al. Low blood pressure in Down's syndrome: a link with Alzheimer's disease? *Hypertension*, 28, n. 4, p. 569-575, 1996.

MUCHOVÁ, J.; ZITNANOVA, I.; DURACKOVA, Z. Oxidative stress and Down syndrome. Do antioxidants play a role in therapy? *Physiological research*, 63, n. 5, p. 535, 2014.

MURDOCH, J.; RODGER, J. C.; RAO, S.; FLETCHER, C. et al. Down's syndrome: an atheroma-free model? *Br Med J*, 2, n. 6081, p. 226-228, 1977.

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

NAIDOO, R.; SMITH, B.; FOSTER, C.; CHETTY, V. Physical activity for adults with disabilities: designing a South African infographic to communicate guidelines. *BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine* 2021.

NATIONAL DOWN SYNDROME SOCIETY. NDSS..Disponível em: < [About Down Syndrome | National Down Syndrome Society\(NDSS\)](#)>. Acesso em: 01 fev. 2023.

ORDONEZ, F. J.; FORNIELES-GONZALEZ, G.; CAMACHO, A.; ROSETY, M. A. et al. Anti-inflammatory effect of exercise, via reduced leptin levels, in obese women with Down syndrome. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 23, n. 3, p. 239-244, 2013.

ORESKOVIC, Nicolas M. et al. Cardiometabolic profiles in children and adults with overweight and obesity and down syndrome. *American Journal of Medical Genetics Part A*, v. 191, n. 3, p. 813-822, 2023.

PAILLARD, T. Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 72, p. 129-152, 2017.

PAPE, S. E.; BAKSH, R. A.; STARTIN, C.; HAMBURG, S. et al. The Association between Physical Activity and CAMDEX-DS Changes Prior to the Onset of Alzheimer's Disease in Down Syndrome. *Journal of Clinical Medicine*, 10, n. 9, p. 1882, 2021.

PAWLIKOWSKI,B.; BETTA, N. D.; ELSTON,T.; WILLIAMS, D. A. et al. Muscle stem cell dysfunction impairs muscle regeneration in a mouse model of Down syndrome. *Scientific reports*, 8, n. 1, p. 1-11, 2018.

PECZE, L.; RANDI, E. B.; SZABO, C. Meta-analysis of metabolites involved in bioenergetic pathways reveals a pseudo hypoxic state in Down syndrome. *Molecular Medicine*,26, n. 1, p. 1-26, 2020.

PENG, Lianli et al. Cellular senescence and premature aging in Down Syndrome. *Mechanisms of Aging and Development*, v. 212, p. 111824, 2023.

PHILLIPS, A. C.; SLEIGH, A.; MCALLISTER, C. J.; BRAGE, S. et al. Defective mitochondrial function in vivo in skeletal muscle in adults with Down's syndrome:a 31P-MRS study.*PloS one*, 8, n. 12, p. e84031, 2013.

PITETTI, K. H.; CLIMSTEIN, M.; MAYS, M. J.; BARRETT,P. J. Isokinetic arm and leg strength of adults with Down syndrome: a comparative study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 73, n.9, p. 847-850, 1992.

PITETTI, K. H.; RIMMER,J. H.; FERNHAL, B. Physical fitness and adults with mentalretardation. *Sports medicine*, 16, n. 1, p. 23-56,1993.

POST, Emily M. et al. The Effects of Resistance Training on Physical Fitness and Neuromotor-Cognitive Functions in Adults With Down Syndrome. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, v. 3, 2022.

POWERS, S. K.; DEMINICE, R.; OZDEMIR, M.; YOSHIHARA, T. et al. Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? *Journal of Sport and Health Science*, 9, n. 5, p. 415-425, 2020.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*, 88, n. 4, p. 1243-1276, 2008.

PRESSON, A. P.; PARTYKA, G.; JENSEN, K. M.; DEVINE, O. J. et al. Current estimate of Down syndrome population prevalence in the United States. *The Journal of pediatrics*, 163, n. 4, p. 1163-1168, 2013.

PTOMEY, Lauren T. et al. Exploring the effectiveness of a 18-month weight management intervention in adults with Down syndrome using propensity score matching. *Journal of Intellectual Disability Research*, v. 64, n. 3, p. 221-233, 2020.

PTOMEY, Lauren T. et al. Weight loss in adolescents with Down syndrome compared to adolescents with other intellectual disabilities enrolled in an 18-month randomized weight management trial. *Frontiers in Pediatrics*, v. 10, 2022.

PUCCI, F.; MACHADO, G.; SOLERA, E.; CENOVICZ, F. et al. Blood pressure levels and body mass index in Brazilian adults with Down syndrome. *São Paulo Medical Journal*, 134, p. 330-334, 2016.

REZA, S. M.; RASOOL, H.; MANSOUR, S.; ABDOLLAH, H. Effects of calcium and training on the development of bone density in children with Down syndrome. *Researching developmental disabilities*, 34, n. 12, p. 4304-4309, 2013.

RHEA, M. R.; ALVAR, B. A.; BURKETT, L. N.; BALL, S. D. A meta-analysis to determine the dose-response for strength development. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, n. 3, p. 456-464, 2003.

RIEBE, D.; EHRMAN, J. K.; LIGUORI, G.; MAGAL, M. et al. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Wolters Kluwer, 2018. 1496339061.

RIGOLDI, C.; GALLI, M.; ALBERTINI, G. Gait development during lifespan in subjects with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 32, n. 1, p. 158-163, 2011.

RIMMER, J. H.; HELLER, T.; WANG, E.; VALERIO, I. Improvements in physical fitness in adults with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 109, n. 2, p. 165-174, 2004.

RINGENBACH, S. D. R. et al. The effects of assisted cycling therapy (ACT) and voluntary cycling on reaction time and measures of executive function in adolescents with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, v. 60, n. 11, p. 1073-1085, 2016.

ROIZEN, N. J.; PATTERSON, D. Down's syndrome. *The Lancet*, 361, n. 9365, p. 1281-1289, 2003.

ROSETY-RODRIGUEZ, M.; BERNARDI, M.; ELOSEGUI, S.; ROSETY, I. et al. A short-term resistance training circuit improved antioxidants in sedentary adults with Down Syndrome. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021, 2021.

ROSETY-RODRIGUEZ, M.; CAMACHO, A.; ROSETY, I.; FORNIELES, G. et al. Resistance circuit training reduced inflammatory cytokines in a cohort of male adults with Down syndrome. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 19, p. 949, 2013.

ROSETY-RODRIGUEZ, M. et al. Exercise reduced inflammation, but for how long after training?. *Journal of Intellectual Disability Research*, v. 58, n. 9, p. 874-879, 2014.

RUIZ, J. R.; SUI, X.; LOBELO, F.; MORROW, J. R. et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *Bmj*, 337, 2008.

SCHWANBECK, S. R.; CORNISH, S. M.; BARSS, T.; CHILIBECK, P. D. Effects of training with free weights versus machines on muscle mass, strength, free testosterone, and free cortisol levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34, n. 7, p. 1851-1859, 2020.

SERON, B. B.; GOESSLER, K. F.; MODESTO, E. L.; ALMEIDA, E. W. et al. Blood pressure and hemodynamic adaptations after a training program in young individuals with Down syndrome. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 104, p. 487-491, 2015.

SERON, B. B.; MODESTO, E. L.; STANGANELLI, L. C. R.; CARVALHO, E. M. O. D. et al. Effects of aerobic and resistance training on the cardiorespiratory fitness of young people with Down Syndrome. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 19, p. 385-394, 2017.

SHIELDS, Nora et al. A 12-week exercise programme has a positive effect on everyday executive function in young people with Down syndrome: a pilot non-randomized controlled trial. *Journal of Intellectual Disability Research*, v. 66, n. 12, p. 924-938, 2022.

SERON, B. B.; SILVA, R. A. C.; GREGUOL, M. Effects of two programs of exercise on body composition of adolescents with Down syndrome. *Revista Paulista de Pediatria*, 32, p. 92-98, 2014.

SHIELDS, Nora et al. What effect does regular exercise have on oxidative stress in people with Down syndrome? A systematic review with meta-analyses. *Journal of science and medicine in sport*, v. 21, n. 6, p. 596-603, 2018.

SHIELDS, N.; DODD, K. J.; ABLITT, C. Do children with Down syndrome perform sufficient physical activity to maintain good health? A pilot study. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 26, n. 4, p. 307-320, 2009.

SHIELDS, N.; HUSSEY, J.; MURPHY, J.; GORMLEY, J. et al. An exploratory study of the association between physical activity, cardiovascular fitness and body size in children with Down syndrome. *Developmental neurorehabilitation*, 20, n. 2, p. 92-98, 2017.

SHIELDS, N.; TAYLOR, N. F. A student-led progressive resistance training program increases lower limb muscle strength in adolescents with Down syndrome: a randomized controlled trial. *Journal of physiotherapy*, 56, n. 3, p. 187-193, 2010.

SHIELDS, N.; TAYLOR, N. F.; DODD, K. J. Effects of a community-based progressive resistance training program on muscle performance and physical function in adults with Down syndrome: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89, n. 7, p. 1215-1220, 2008.

SHIELDS, N.; TAYLOR, N. F.; FERNHALL, B. A study protocol of a randomized controlled trial to investigate if a community-based strength training program improves work task performance in young adults with Down syndrome. *BMC pediatrics*, 10, n. 1, p.1-7, 2010.

SHIELDS, N.; TAYLOR, N. F.; WEE, E.; WOLLERSHEIM, D. et al. A community-Based strength training program increases muscle strength and physical activity in young people with Down syndrome: a randomized controlled trial. *Research in developmental disabilities*, 34, n. 12, p.4385-4394, 2013.

SHIN, Y.-A.; JEONG, H.-B. The Effect of Resistance and Balance Training on Postural Control and Physical Fitness in Adults with Down Syndrome. *Exerc Sci.* ,30, n. 2, p. 175-182, 2021.

SHIOHAMA, T.; LEVMAN, J.; BAUMER, N.; TAKAHASHI, E. Structural magnetic resonance imaging-based brain morphology study in infants and toddlers with Down syndrome: the effect of comorbidities. *Pediatric neurology*, 100, p. 67-73, 2019.

SIDDIQUE, U.; RAHMAN, S.; FRAZER, A. K.; PEARCE, A. J. et al. Determining the sites of neural adaptations to resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 50, n. 6, p. 1107-1128, 2020.

SORRIENTO, D.; DI VAIA, E.; IACCARINO, G. Physical exercise: a novel tool to protect mitochondrial health. *Frontiers in Physiology*, 12, p. 660068, 2021.

SOUZA, E. O.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.; ROSCHEL, H. et al. Early adaptations to six weeks of non-periodized and periodized strength training regimens in recreational males. *Journal of sports science medicine*, 13, n. 3, p. 604, 2014.

STANCLIFFE, R. J.; ANDERSON, L. L. Factors associated with meeting physical activity guidelines by adults with intellectual and developmental disabilities. *Research in developmental disabilities*, 62, p. 1-14, 2017.

STRASSER, B.; ARVANDI, M.; SIEBERT, U. Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. *Obesity Reviews*, 13, n. 7, p. 578-591, 2012.

SUAREZ-VILLADAT, B.; VEIGA, O. L.; VILLAGRA, A.; IZQUIERDO-GOMEZ, R. et al. Changes in body composition and physical fitness in adolescents with Down syndrome: The UP&DOWN Longitudinal study. *Childhood Obesity*, 15, n. 6, p. 397-405, 2019.

SUAREZ-VILLADAT, B.; VILLAGRA, A.; VEIGA, O. L.; CABANAS-SANCHEZ, V. et al. Prospective Associations of Physical Activity and Health-Related Physical Fitness in Adolescents with Down Syndrome: The UP&DOWN Longitudinal Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, n. 11, p. 5521, 2021.

SUGIMOTO, D.; BOWEN, S. L.; MEEHAN III, W. P.; STRACCIOLINI, A. Effects of neuromuscular training on children and young adults with Down syndrome: systematic review and meta-analysis. *Research in developmental disabilities*, 55, p. 197-206, 2016.

TENHOOR, G. A.; SLEDDENS, E. F.; KREMERS, S. P.; SCHOLS, A. M. et al. Aerobic and strength exercises for youngsters aged 12 to 15: what do parents think? *BMC public health*, 15, n. 1, p. 1-9, 2015

TENENBAUM, A.; CHAVKIN, M.; WEXLER, I. D.; KOREM, M. et al. Morbidity and hospitalizations of adults with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 33, n. 2, p. 435-441, 2012.

TERBLANCHE, E.; BOER, P. H. The functional fitness capacity of adults with Down syndrome in South Africa. *Journal of Intellectual Disability Research*, 57, n. 9, p. 826-836, 2013.

TSAI, M.-L.; LI, T.-L.; CHOU, L.-W.; CHANG, C.-K. et al. Resting salivary levels of IgA and cortisol are significantly affected during intensive resistance training periods in elite male weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26, n. 8, p. 2202-2208, 2012.

TSIMARAS, V. K.; FOTIADOU, E. G. Effect of training on the muscle strength and dynamic balance ability of adults with down syndrome. *Journal of strength and conditioning research*, 18, n. 2, p. 343-347, 2004.

TSOU, A. Y.; BULOVA, P.; CAPONE, G.; CHICOINE, B. et al. Medical care of adults with Down syndrome: A clinical guideline. *JAMA*, 324, n. 15, p. 1543-1556, 2020.

VALENTI, D.; BRAIDY, N.; DE RASMO, D.; SIGNORILE, A. et al. Mitochondria as pharmacological targets in Down syndrome. *Free Radical Biology and Medicine*, 114, p. 69-83, 2018.

VICENTE-RODRÍGUEZ, G. How does exercise affect bone development during growth? *Sports medicine*, 36, n. 7, p. 561-569, 2006.

VOLAKLIS, K. A.; HALLE, M.; MEISINGER, C. Muscular strength as a strong predictor of mortality: a narrative review. *European Journal of Internal Medicine*, 26, n. 5, p.303-310, 2015.

WEBER, R.; FRENCH, R. Down's syndrome adolescents and strength training. *Clin Kinesiol*, 42, p. 13-21, 1988.

WEE, S. O.; PITETTI, K. H.; GOULOPOULOU, S.; COLLIER, S. R. et al. Impact of obesity and Down syndrome on peak heart rate and aerobic capacity in youth and adults. *Research in developmental disabilities*, 36, p. 198-206, 2015.

YU, F.; GREIMEL, S.; KELLY, K.; WYMAN, J. F. Strategies to engage older adults with behavioral and psychological symptoms of dementia in exercise: A multiple case study. *Applied nursing research: ANR*, 36, p. 77, 2017.

ZEMEL, B. S.; PIPAN, M.; STALLINGS, V. A.; HALL, W. et al. Growth charts for children with Down syndrome in the United States. *Pediatrics*, 136, n. 5, p. e1204-e1211, 2015.

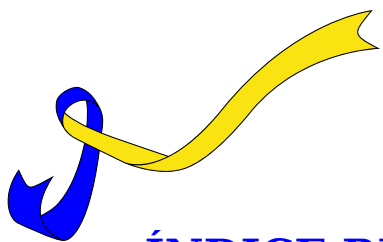
ZHANG, Y.; CHE, M.; YUAN, J.; YU, Y. et al. Aberrations in circulating inflammatory cytokine levels in patients with Down syndrome: a meta-analysis. *Oncotarget*, 8, n. 48, p. 84489, 2017.

ZIGMAN, W. B. Atypical aging in Down syndrome. *Developmental disabilities research reviews*, 18, n. 1, p. 51-67, 2013.

ZHANG, Y. et al. Changes in bone mineral density in Down syndrome individuals: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis International*, v. 33, n. 1, p. 27-37, 2022.

ZWOLSKI, C.; QUATMAN-YATES, C.; PATERNO, M. V. Resistance training in youth: laying the foundation for injury prevention and physical literacy. *Sports Health*, 9, n. 5, p. 436-443, 2017.

Idade



ÍNDICE REMISSIVO

- A**
- Adaptação neuronal 29,74,84
 - Adolescente 15,16,19,22,23,24,32,36,37,42,49,60,62,63,64,65,81,83
 - Adulto 15,16,17,19,21,22,23,24,25,27,30,36,41,42,43,48,53,55,57,58,59,60,63,64,68,69,73,75,77,78,79,81,82,83
 - Anomalias musculoesqueléticas 23,24,53
 - Aptidão física 16,18,23,24,41,43,49,53
 - Atividade física 10,15,18,53,54,60,62,63,70,78,79
 - Avaliação Cardiorrespiratória 57,58
 - Avaliação funcional 44,45,46
- B**
- Biogênese mitocondrial 70,71,74,77
- C**
- Capacidade de trabalho 17,21,54
 - Capacidade funcional 16,17,19,20,21,31,36,42,43,45,46,47,49,56,78,81,83,84
 - Comportamento sedentário 10,15,19,63,74,82
 - Composição corporal 14,19,32,54,56,60,65,67,74,80,84
 - Consumo máximo de oxigênio 16,18,19,54,58,66
 - Controle postural 10,47,48,49
- D**
- Dano muscular 41,81
 - Dano oxidativo 68,69
 - Deficiência Intelectual 10,12,16,17,18,19,21,22,34,57,73
 - Demência 68,75,76,77,78,79,82
 - Densidade mineral óssea 15,19,62,63
 - Destreinamento 67,82
 - Diabetes 18,24,54,60,61,62,63,67
 - Disfunção autonômica 20,53,55
 - Doença de Alzheimer 12,18,35,54,60,63,68,70,75,77,82
- E**
- Envelhecimento 15,18,35,62,63,70,75,76,77,79,82

Envelhecimento precoce 12,15,35,60,68,75,78,83
Equilíbrio 14,32,35,47,48,49,50,51,52,80,82,83,84
Estresse oxidativo 68,69,75,77,78,80,81,84
Exercício físico 10,15,18,19,22,23,24,30,31,54,56,67,68,74,75,78,79,82,84
Expectativa de vida 12,15,54,63,67,75

F

Fadiga 49,55,68,73,74
Flexibilidade 20,43
Força global 17,38
Força muscular 15,16,17,19,21,22,23,24,29,30,31,36,37,42,48,56,66,80,81,84
Frequência cardíaca 14,19,20,21,53,54,57,58,66,68,81
Frouxidão Ligamentar 12,20,22,35,47,48
Função cardiovascular 20
Função cognitiva 19,29
Função executiva 78
Função muscular 20

H

Handgrip 17,18,21,22,36,38,39,40
Hipotireoidismo 12,18
Hipotonia muscular 12,13,14,20,22,23,35,47,48,53,62

I

Imunoglobulina A 59,881
Inabilidade funcional 14
Incompetência Cronotrópica 14,20,54
Índice de massa corporal 18,19,21,36,53,60,65,69
Índice de massa muscular 15,20,62
Índice de qualidade muscular 15,36,37,38,62,83
Inflamação 66,67,76,77,81,82

L

Leptina 62,66

M

Massa muscular 19,24,30,35,36,38,41,59,62,81

N

Nível de Evidencia 25,26

O

Obesidade 18,21,25,53,55,56,60,62,63,65,66

P

Pé plano 23,35,48

Percentual de gordura 16,19,21,31,60,64,65,66

Pessoas com deficiência 10,12,15,17,19,22,34,66

Preensão Palmar 17,21,36,62

Pressão arterial 14,53,54,55

R

Repetições máximas 22,27,28,29,35

S

Sarcopenia 15,19,36,37,63

Saúde Mental 15,18

Sobrecarga progressiva 29,30,35,74,82,84

T

Tempo de reação 20,48,49,78

Testosterona 59,81

Tolerância ao exercício 18,20,30,70,74

Treinamento resistido 16,17,21,22,25,28,36,70,78,80

Trissomia do cromossomo simples ou livre 10,11,23,72,74

Trissomia em mosaico 12,23

Trissomia por translocação 12,23

