



Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia
Projeto de Graduação
Ano Letivo 2023/2024

**Os efeitos da *constraint-induced movement Therapy*
em jovens adultos com assimetria de força
dos membros inferiores**

Luigi Cassarisi
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
41582@ufp.edu.pt

Prof. Doutora Luísa Amaral
Professora coordenadora
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
lamaral@ufp.edu.pt

Porto, maio 2024

Resumo

Introdução: a *Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT)* é uma intervenção amplamente usada na neurologia para promover uma reorganização cortical. **Objetivo:** analisar o efeito da *CIMT* nas assimetrias de força dos membros inferiores, em jovens adultos ativos. **Metodologia:** estudo *quais-experimental*, com 30 estudantes de sexo masculino, com uma idade mediana de 23 anos, divididos aleatoriamente em 3 grupos: Grupo de controlo (GC), o Grupo de controlo muscular (GM), e o Grupo experimental (GE) que associou a *CIMT* aos exercícios do GM. Houve dois momentos de avaliação, pré e pós intervenção, efetuados com 3 testes de salto e o *Y Balance Test*. **Resultados:** a implementação da *CIMT* proporcionou um incremento no *limb symmetry index (LSI)* na performance no *Triple hop test* ($p=0.015$). Já no *One Leg Hop test* e no *Side hop test* também se verificou um incremento na simetria dos membros inferiores ($p=0.018$ e $p=0.002$), mas sem representar uma mais-valia em relação ao GM ($p=0.744$ e $p=0.311$). E, no *LSI* do *Y Balance Test*, não houve quaisquer alterações significativas com a *CIMT* ($p=0.379$). **Conclusão:** a *CIMT* aparenta ter alguns benefícios a nível do equilíbrio dinâmico e correção de assimetrias, mas sem ser uma mais-valia consistente, comparada com os outros grupos. Assim, não existem evidências claras na inclusão ou exclusão da *CIMT* no treino de jovens adultos ativos.

Palavras-chaves: *Constraint-induced movement Therapy*; Assimetrias de força; Membros inferiores; Jovens adultos.

Abstract

Introduction: Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) is a widely used intervention in neurology to promote cortical reorganization. **Objective:** To analyze the effect of CIMT on lower limb strength asymmetries in active young adults. **Methodology:** A quasi-experimental study with 30 male students, median age of 23 years, randomly divided into 3 groups: Control Group (CG), Muscle Control Group (MG), and Experimental Group (EG) that combined CIMT with the exercises of the MG. There were two evaluation moments, pre and post intervention, performed with 3 jump tests and the Y Balance Test. **Results:** The implementation of CIMT provided an increase in the limb symmetry index (LSI) in performance in the Triple hop test ($p=0.015$). Also, in the One Leg Hop test and the Side hop test, there was also an increase in lower limb symmetry ($p=0.018$ and $p=0.002$), but without representing added value compared to MG ($p=0.744$ and $p=0.311$). Furthermore, in the LSI of the Y Balance Test, there were no significant changes with CIMT ($p=0.379$). **Conclusion:** CIMT appears to have some benefits in terms of dynamic balance and correction of asymmetries, but not as a consistent added value compared to other groups. Therefore, there are no clear evidences for including or excluding CIMT in the training of active young adults.

Keywords: Constraint-induced Movement Therapy; Strength asymmetries; Lower limbs; Young adults.

Introdução

A *Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT)* é uma técnica que foi desenvolvida inicialmente para os membros superiores e consiste em limitar ou impedir totalmente os movimentos no membro não afetado, com a finalidade de melhorar as funções do membro afetado, tornando-o o único responsável pela realização de tarefas (Tedla et al., 2022).

Esta técnica terapêutica, aplicada em pacientes que sofreram um acidente vascular cerebral (AVC), tem como base a restrição da funcionalidade do membro não parético e, pelo contrário, implementa a realização de exercícios intensos no membro parético em várias tarefas funcionais, proporcionando uma melhoria na realização das atividades da vida diária e nas habilidades manuais. Do ponto de vista fisiológico, a *CIMT* atua sobre a reorganização cortical, pelo ênfase dado à repetição contínua de uma mesma tarefa efetuada pelo membro parético, desincentivando o movimento no membro não parético. Reforçando esta constatação, diversos *experts*, através de estudos com neuro-imagem, sugeriram a aplicação desta técnica nos membros inferiores em pacientes pós AVCs, reportando significativas melhorias na ambulação, funcionalidade, equilíbrio e em parâmetros cardiovasculares (Reddy et al., 2022). Um AVC pode ocasionar sequelas cognitivas e motoras, tal como assimetrias na capacidade funcional dos membros superiores e/ou inferiores. Esta assimetria ocorre quando existe uma diferença de força (potência e resistência) entre os membros. Na população, em geral, a maioria das assimetrias de força encontram-se nos membros inferiores e são causados por múltiplos fatores, tais como sexo, adversidades prévias, e dismetrias dos membros inferiores (Cone & Lee, 2021).

Existem várias formas para mensurar e calcular as assimetrias de força entre os membros inferiores que, para além do dinamómetro Isocinético (Oliveira et al., 2017), os testes funcionais específicos contribuem para estabelecer um diagnóstico, que poderá ser estabelecido através do *limb symmetry index (LSI)*.

A nível desportivo, estudos recentes sugerem que uma assimetria superior a 6% pode aumentar significativamente o risco de ocorrência de lesões nos membros inferiores, tanto em desportos de contacto como de não contacto (Cone & Lee, 2021). As assimetrias poderão estar associadas a determinados fatores intrínsecos, como a idade, lesões anteriores, e *deficits* no controlo neuromuscular (Manoel et al., 2020), assim como poderão estar associadas à participação em desportos que enfatizam o uso do lado dominante (Cone & Lee, 2021).

A temática sobre as assimetrias funcionais e de força nos membros inferiores tem sido objeto de inúmeras recentes investigações em desportos com distintas características. Sannicandro et al. (2014) consideram importante analisar e criar estratégias para minimizar a (re)incidência lesiva, pelo facto de se ter constatado que a presença de uma assimetria de força entre os membros inferiores, em jovens e adolescentes praticantes de desportos recreativos ou competitivos, é um fator de risco para a ocorrência de lesões. Foram estudadas varias técnicas para a prevenção ou reabilitação das assimetrias de força, e verificou-se um efeito benéfico na redução das assimetrias nos membros inferiores com a associação de um treino de força, equilíbrio e proprioção, durante a prática de uma modalidade desportiva específica (ténis) (Sannicandro et al., 2014). Como contributo preventivo, a realização de movimentos em superfícies instáveis evidenciou o aumento da solicitação do sistema neuromuscular, estabilizando a articulação envolvida durante a excussão do movimento (Sannicandro et al., 2014), e melhorando a execução de movimentos rápidos, unipodálicos ou saltos nos vários planos (Behm & Colado, 2012). Tedla et al. (2022) realizaram uma revisão sistemática com meta-análise abordando o efeito da *CIMT* nas assimetrias de força dos membros inferiores, mas em pacientes que sofreram um AVC e que apresentavam uma hemiparesia ou hemiplegia. Estes investigadores constataram que a *CIMT* proporcionou resultados significativamente positivos em aspetos como equilíbrio, mobilidade funcional e controlo do centro de massa. Assim sendo, pelos efeitos benéficos na área da neurologia, em determinadas patologias e pela ausência de dados na área musculoesquelética, torna-se pertinente transpor este tipo de abordagem terapêutica para o âmbito musculoesquelético, com a finalidade de tornar possível o aprimorar da funcionalidade geral do sistema neuromuscular, e prevenir o risco lesivo, pelo facto de que a existência de assimetrias de força nos membros, cujo valor seja inferior ou igual a 94%, é considerado um elevado fator de risco no aparecimento de lesões (Manoel et al., 2020).

Pelo anteriormente exposto, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da *Constraint-Induced Movement Therapy* nas assimetrias de força dos membros inferiores, em jovens adultos.

Metodologia

Tipo de estudo: *quasi-experimental*

Amostra: foi uma amostra de conveniência. O presente estudo incluiu 30 jovens adultos, estudantes da Escola Superior de Saúde e/ou da Universidade Fernando com idades

compreendidas entre os 18 e os 30 anos, saudáveis, do sexo masculino que realizassem atividade física de nível médio baixo ou superior, e que possuíssem assimetrias de força nos membros inferiores. Os 30 indivíduos foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de 10, um grupo experimental (GE) que realizou a *Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT)* associado a um treino de controlo muscular, um outro grupo, o grupo de controlo muscular (GM) que realizou somente o mesmo treino muscular do grupo anterior, e um grupo controlo (GC) que efetuou apenas a atividade física habitual. Na amostragem aleatória simples, cada paciente retirou um papel de um saco para ser alocado num dos grupos. O acesso aos participantes e a divulgação do estudo foi realizada através do investigador, ou nas salas de aulas ou nos locais de estágio, após o seu término, e com o consentimento dos respetivos docentes ou orientadores.

Crítérios de seleção

Crítérios de inclusão: participantes saudáveis com idade superior a 18 anos, do sexo masculino, com uma atividade física classificada como ativa/moderadamente ativa, de acordo com o Questionário Internacional de Atividade Física IPAQ versão curta (Santos et al., 2008), e com assimetrias de força dos membros inferiores de 6%, em pelo menos 2 dos 4 testes (Cone & Lee, 2021).

Crítérios de exclusão: indivíduos que refiram lesões nos membros inferiores há menos de 6 meses (Cone & Lee, 2021), e que apresentem um índice de massa corporal (IMC) superior a 29,9 Kg/m², referente a pré obesidade.

Métodos de avaliação: a assimetria de força foi calculada com o *Limb Symmetry Index (LSI)* através de uma bateria de 4 testes: 1) *Y balance test* (Manoel et al., 2020); 2) *Triple hop test* (Espada et al., 2023); 3) *Side hop test*; 4) *One leg hop test* (Sannicandro et al., 2014). 1) *Y balance test*: os participantes colocam o pé no centro do Y e com o pé contralateral devem alcançar a máxima distância possível nas direções anterior, postero-medial e postero-lateral, se o pé que se encontra no centro do Y for removido ou se alterar a sua posição, é considerado erro, e o teste volta a ser repetido. A percentagem foi calculada usando a soma do valor mais alto de 2 tentativas. O valor da soma foi dividido pelo comprimento do membro, multiplicado por 3, e tudo multiplicado por 100 (Manoel et al., 2020). 2) *Triple hop test*: os participantes foram instruídos a saltar 3 vezes com uma perna o mais longe possível, e após o último salto deveriam manter o contacto com o solo, pelo menos por 2seg. Foram realizados 3 testes por membro, e o melhor dos dois foi utilizado para calcular o *LSI* através da fórmula, [membro não dominante (MND)/membro

dominante (MD)]x100 (Ithurnburn et al., 2018). A dominância do membro inferior foi definido como a perna com a qual os participantes chutavam uma bola (Sullivan, 2021).

3) *Side hop test*: os participantes realizavam saltos laterais entre duas linhas posicionadas a 30cm de distância entre elas, o maior número de vezes que conseguissem em 30seg, tal como referenciado por Mirković et al. (2022). O teste seria considerado nulo se a soma dos toques com o pé na linha fosse igual a 25% dos saltos totais. O teste foi repetido duas vezes em cada membro, com um descanso de 2-3min após cada tentativa. Foi utilizada a melhor tentativa por membro para calcular o *LSI* através da fórmula $(MND/MD) \times 100$ (Gustavsson et al., 2006).

4) *One leg hop test*: os participantes foram instruídos a saltar o mais longe possível com o membro a testar. A medida do salto foi feita em centímetros a partir do hálux. O pé, depois do salto, tem que ficar apoiado entre 2-3seg sem perder o contacto com o solo. Após o salto, apoiar o outro pé ou perder o contacto com o solo, é considerado erro, e o teste terá que ser repetido após um descanso de 30seg. São feitos 3 saltos por membro, utilizando o melhor. A medida do *LSI* foi calculada através da fórmula $(MND/MD) \times 100$ (Gustavsson et al., 2006).

Protocolo de intervenção: no presente estudo, todos participantes dos três grupos, incluídos aleatoriamente, continuaram a realizar a sua atividade física.

Os participantes do GE executaram a *CIMT*, estando sentados numa cadeira, com o pé dominante apoiado numa plataforma propriocetiva ou numa superfície instável, tal como almofadas ou múltiplas camadas de toalhas, e com o pé do lado contra-lateral, ou seja, o lado a abordar, sobre um *step* de modo a igualar o nível de ambos os membros. Nesta posição, será pedido aos participantes que façam um “levantar - sentar”. Esta técnica é utilizada em pacientes do foro neurológico durante um período de 30min. Neste estudo, o volume de treino será adaptado ao contexto (indivíduos saudáveis praticantes de atividade física moderada), realizando 5 séries de 15 repetições cada, com um descanso de 1min, 3 vezes por semana durante 4 semanas (Tedla et al., 2022).

Associado à *CIMT*, os participantes do GE executam um programa de controlo muscular com 4 exercícios: *side lying hip abductor*, *quadruped leg extension*, *clam exercice*, *front step up* com uma frequência de 3 vezes por semana por 4 semanas (Wilczyński et al., 2020), executando 3 séries de 12 repetições (Dawson & Herrington, 2015).

Os participantes do segundo grupo, o GM, para além da atividade física, realizam o mesmo treino de controlo muscular do GE.

Os participantes incluídos no GC continuam a sua atividade física, sem implementação do treino de controlo muscular ou da *CIMT*.

Procedimentos Éticos: este projeto de graduação foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética da Escola Superior de Saúde / Universidade Fernando Pessoa, ESS/LFST-491/23-2 de 19 de janeiro de 2024. Para a realização do presente estudo, foi dada a informação aos indivíduos sobre o estudo a realizar, os seus objetivos, questionários a ser preenchidos, testes a efetuar, e eventuais benefícios a alcançar. Foi também dada a informação acerca da confidencialidade dos seus dados de cada participante, tal como qualquer outro tipo de informação fornecida ao investigador, durante toda a duração da investigação. De seguida, foi pedido aos indivíduos que aceitaram participar neste estudo que assinassem o consentimento informado. Os princípios éticos, normas e princípios internacionais sobre o respeito e prevenção seguiram os modelos referidos pela Declaração de Helsínquia e a Convenção de Direito do Homem e da Biomédica.

Procedimento estatístico: a análise estatística dos dados foi realizada através do recurso ao *Software Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* versão 29.0 para *Windows*. O nível de significância utilizado em todos os testes efetuados foi de 5%. Como a dimensão da amostra foi de trinta indivíduos, foi utilizado o Teste de *Kolmogorov-Smirnov* com a correção de *Lilliefors* para analisar a normalidade da distribuição dos dados da amostra. Pela não-normalidade da amostra foram aplicados testes não-paramétricos, tanto para amostras independentes, teste de *Kruskal-wallis* (comparação dos 3 grupos) e ajustando com o teste *Bonferroni* (comparação inter-grupos), e o teste de *Wilcoxon* para amostras emparelhadas. Também foi efetuado o coeficiente de correlação de *Spearman*, entre as variáveis contínuas. As características biológicas, assim como os resultados dos testes de avaliação efetuados, foram mencionadas de uma forma descritiva através da mediana e intervalo interquartil, valores mínimos e máximos. Já a distribuição das variáveis categóricas, dominância de membro e níveis de atividade foram analisadas por frequências/percentagens. O *LSI* foi calculado através do quociente entre o valor do teste no MND e o valor do teste no MD, e multiplicado por 100.

Resultados

A amostra do presente estudo foi constituída por 30 jovens adultos do sexo masculino. Estudantes da Escola Superior de Saúde e/ou da Universidade Fernando Pessoa, com idades compreendidas entre os 19 e os 30 anos. A mediana e o intervalo interquartil da idade foi de 23.00(3.00) anos, altura 1.79(0.09)m, peso 74.00(11.00)Kg, IMC 3.50(3.60)Kg/m² e comprimento do membro 94.0(7.10)cm, tendo-se verificado uma

homogeneidade entre grupos nos parâmetros avaliados ($0.132 < p < 0,961$), através do teste *Kruskal-wallis*

A quase totalidade da amostra referiu o membro direito como sendo o dominante (93,3%). O nível de atividade física da maioria dos participantes (70%) foi classificado como ativo, moderadamente ativo A (26.7%) e moderadamente ativo B (3.3%)

Hop tests: na tabela 4 estão expostos os resultados dos testes de salto efetuados no momento inicial (M0), previamente às intervenções, e após os programas implementados (M1), assim como a sua comparação.

Tabela 4 - Testes de saltos

		Grupo Exp n= 10 Med (IQ) Mín-Máx	Grupo C. muscular n=10 Med (IQ) Mín-Máx	Grupo Controlo n=10 Med (IQ) Mín-Máx	p^b
One leg hop test Dominante	M0	194.5(49) 151-227	209.0(25) 195-242	188.0(43) 159-235	0.137
One leg hop test Dominante	M1	205.0(33) 152-225	214.0(27) 193-244	199.5(45) 165-242	0.158
Valor de p^a		0.202	0.123	0.008*	
One leg hop test Não Dominante	M0	192.0(71) 140-245	210.0(24) 193-236	175.5(53) 145-222	0.131
One leg hop test Não Dominante	M1	210(25) 156-232	220.0(20) 203-234	187.5(51) 144-231	0.061
Valor de p^a		0.331	0.075	0.028*	
LSI one leg hop test ^γ	M0	99.1(14.9) 90.4-114.7	100.4(8.8) 91.1-106.3	94.1(11.8) 91.1-106.2	0.541
LSI one leg hop test ^γ	M1	100.8(8.0) 97.2-110.4	99.5(5.7) 95.9-106.2	94.9(10.1) 86.7-105.7	0.039*
Valor de p^a		0.575	0.214	0.646	
Triple hop test Dominante	M0	547.5(128) 407-635	600.5(100) 561-735	576.0(65) 497-718	0.098
Triple hop test Dominante	M1	597.5(116) 417-652	636(86) 585-732	579.0(88) 490-750	0.065
Valor de p^a		0.012*	0.028*	0.040*	
Triple hop test Não Dominante	M0	585.0(152) 385-622	630.0(65) 549-706	560.5(97) 467-667	0.072
Triple hop test Não Dominante	M1	612.5(117) 454-665	664.0(59) 582-697	582.5(88) 456-703	0.038*
Valor de p^a		0.005*	0.038*	0.074	
LSI Triple hop test ^γ	M0	99.2(12.1) 92-107.1	99.0(10.7) 94.1-112.2	94.7(11.2) 92.4-106.3	0.416
LSI Triple hop test ^γ	M1	102.3(6.2) 98.7-108.8	99.4(9.9) 94.7-106.1	96.4(9.4) 87.1-104.8	0.051
Valor de p^a		0.203	0.859	0.767	
Side hop test Φ Dominante	M0	45(24) 29-64	57.0(16) 43-73	54.0(16) 36-72	0.060
Side hop test Φ Dominante	M1	56.0(22) 34-69	61.0(13) 54-77	59.5(16) 39-75	0.095
Valor de p^a		0.014*	0.007*	0.021*	
Side hop test Φ Não Dominante	M0	39.0(30) 19-70	60.0(15) 40-69	53.5(19) 32-62	0.075
Side hop test Φ	M1	56.0(18)	62.0(13)	54.5(10)	0.076

Não Dominante		35-69	55-73	34-69	
Valor de p^a		0.011*	0.050	0.044*	
<i>LSI Side hop test</i> γ	M0	84.6(49.6) 63.3-125	94.5(13.9) 92.1-108.0	88.8(7.2) 81.2-107.8	0.193
<i>LSI Side hop test</i> γ	M1	101.5(3.8) 97.4-118.4	95.7(12.5) 89.8-113.1	91.6(8.6) 83.3-116	0.006*
Valor de p^a		0.203	0.515	0.374	

*p<0.05; p^a Teste Wilcoxon; p^b Teste de Kruskal-wallis; **LSI**: limb symmetry index.

As unidades estão expressas em cm, exceto as variáveis γ que representam medianas percentuais e intervalo interquartil [Med (IQ)]; Φ número de saltos

Após a intervenção no grupo experimental (GE) e no grupo de controlo muscular (GM), no *One leg hop test* não foram observadas alterações significativas em ambos os membros ($0.075 < p < 0.331$), ao contrario do grupo controlo (GC) que apresentou melhoria significativas em ambos os membros ($p = 0.008$ e $p = 0.028$). Já no *Triple hop test*, tanto no membro dominante (MD) como no membro não dominante (MND), houve um aumento com valor significativo nos três grupos ($0.005 < p < 0.04$), com exceção no MND do GC ($p = 0.074$), assim como no *Side hop test* ($0.007 < p < 0.044$), com a exceção do MND dos participantes do GM ($p = 0.050$). E, no *limb Symmetry Index (LSI)* obtido em ambos os membros nos 3 *hop tests*, quer no GE quer no GM, e no GC não houve diferenças significativas ($0.203 < p < 0.859$). Quando se comparam os 3 grupos, foram observadas diferenças significativa no momento M1 no *LSI* do *One leg hop test* ($p = 0.039$), no *Triple hop test* ($p = 0.038$) e também no *LSI* do *Side hop test* ($p = 0.006$), todos os outros valores não se mostraram significativos ($0.051 < p < 0.541$).

Na tabela 5 estão descritos os valores de prova (p) entre cada grupo, em ambos os momentos observacionais dos diversos testes de salto.

Tabela 5 - Comparação entre grupos dos diferentes testes de salto, antes e após a intervenção (p).

	Momentos	GE vs. GM	GE vs. GC	GM vs. GC
<i>One leg hop test</i> Dominante	M0	0.109	0.819	0.067
	M1	0.142	0.713	0.068
<i>One leg hop test</i> Não Dominante	M0	0.213	0.454	0.046*
	M1	0.207	0.259	0.018*
<i>LSI one leg hop test</i>	M0	0.542	0.269	0.620
	M1	0.744	0.018*	0.048*
<i>Triple hop test</i> Dominante	M0	0.033*	0.423	0.182
	M1	0.040*	0.969	0.043*
<i>Triple hop test</i> Não Dominante	M0	0.032*	0.713	0.075
	M1	0.034*	0.834	0.020*
<i>LSI Triple hop test</i>	M0	0.939	0.237	0.269
	M1	0.251	0.015*	0.219
<i>Side hop test</i> Dominante	M0	0.023*	0.084	0.585
	M1	0.031*	0.197	0.369
<i>Side hop test</i> Não Dominante	M0	0.023*	0.297	0.218
	M1	0.057	0.875	0.040*
<i>LSI Side hop test</i>	M0	0.141	0.859	0.099

	M1	0.311	0.002*	0.041*
--	----	-------	--------	--------

*p<0.05; p^a *Teste de Bonferroni*; **LSI**: limb symmetry index; **GE**: grupo experimental; **GM**: grupo muscular; **GC**: grupo controle.

Comparando o GE com o GM, antes e após a intervenção nos testes de salto, verificaram-se diferenças significativas no *Triple hop test* no MD e no MND pré e pós intervenção (p=0.033; p=0.040 e p=0.032; p=0.034, respectivamente), assim como no *Side hop test* no MD antes e após a intervenção (p=0.023 e p=0.031). Diferenças significativas também foram encontradas no MND antes da intervenção (p=0.023), mas no M1 os valores já não se consideraram significativos (p=0.057). Em todos os outros testes e valores dos *LSI* não foram obtidos valores com significado estatístico (0.109<p<0.939).

Na comparação entre o GE e o GC, antes e após a intervenção, constataram-se valores significativos no *LSI* dos três testes de salto após intervenção (p=0.018, p=0.015, p=0.002), e todos os outros valores não foram significativos (0.084<p<0.969).

Comparando o GM com o GC, verificou-se a existência de valores significativos no *One leg hop test* do MND antes e após a intervenção (p=0.046; p=0.018), assim como após a intervenção no *LSI* do mesmo teste (p=0.048). No *Triple hop test*, após a intervenção obtiveram-se aumentos significativos em ambos os membros (p=0.043 e p=0.020), tal como no *Side hop test* do MND (p=0.040). No *LSI* houve um ganho significativo após a intervenção (p=0.041).

Y balance test: na tabela 6 estão expostos os resultados do *Y balance test* avaliados no momento inicial e após os programas implementados, assim como a sua comparação.

Tabela 6- Y Balance Test

		Grupo Exp n= 10 Med (IQ) Mín-Máx	Grupo muscular n=10 Med (IQ) Mín-Máx	Grupo Controle n=10 Med (IQ) Mín-Máx	p^b
Anterior Dominante	M0	67.7(8) 57-78	65.0(6) 58-69	66.0(5) 53-72	0.421
	M1	68.5(6) 65-76	68.0(9) 60-72	64.5(6) 58-73	0.218
Valor de p^a		0.406	0.058	0.811	
Postero-lateral Dominante	M0	101.5(19) 85-117	109.0(14) 100-116	104.5(19) 97-125	0.329
	M1	105.5(18) 88-136	111.0(12) 105-119	108.5(12) 93-125	0.316
Valor de p^a		0.110	0.313	0.767	
Postero-medial Dominante	M0	100.0(11) 80-113	115.0(14) 98-120	107.0(16) 64-128	0.039*
	M1	107.0(18) 95-123	112.0(15) 101-123	111.0(14) 65-133	0.550
Valor de p^a		0.014*	0.137	0.057	
Anterior	M0	69.0(5)	67.0(7)	66.0(9)	0.319

Não Dominante		64-75	60-76	51-72	
	M1	70.0(6) 65-77	64.0(6) 61-73	66.5(5) 55-70	0.026*
Valor de p^a		0.282	0,574	0.798	
Postero-lateral Não dominante	M0	108.5(14) 84-127	109.0(18) 100-126	110.0(13) 97-127	0.871
	M1	108.0(18) 102-135	113.0(18) 101-128	108.5(11) 100-122	0.802
Valor de p^a		0.103	0.513	0.906	
Postero-medial Não dominante	M0	95.0(21) 70-118	113.0(13) 97-123	103.0(18) 84-118	0.054
	M1	106.5(11) 95-125	110.0(12) 105-121	106.5(16) 97-122	0.266
Valor de p^a		0.028*	0.779	0.013*	
Total Y Balance Dominante	M0	95.2(8.3) 86.5-110.1	99.6(4.3) 95-111.8	99.0(9.2) 81.2-108.5	0.335
	M1	103.9(11.5) 92.1-112.0	101.7(7.2) 94.0-109.2	99.3(7.6) 82.6-111.3	0.545
Valor de p^a		0.013*	0.038*	0.139	
Total Y balance Não dominante	M0	97.6(7.3) 80.4-117.3	103.5(12.9) 86.9-118.6	95.7(13.0) 88.5-108.1	0.582
	M1	104.5(11) 96.7-111.5	102.0(9.0) 94.4-109.9	98.9(8.5) 92.2-105.5	0.159
Valor de p^a		0.022*	0.859	0.169	
LSI Y balance ^γ	M0	103.5(12.3) 92.8-107.7	105.0(13.2) 90.4-113.5	97.6(7.5) 93.6-108.9	0.849
	M1	101.9(5.9) 96.5-106.2	100.3(3.1) 95.3-103.1	99.8(6.3) 93.3-114.2	0.491
Valor de p^a		1.00	0.441	0.508	

*p<0.05; p^a Teste Wilcoxon; p^b Teste de Kruskal-wallis; **LSI**: limb symmetry index

As unidades estão expressas em cm, exceto as variáveis γ que representam medianas percentuais e intervalo interquartil [Med (IQ)]; Φ número de saltos

No GE verificou-se um ganho significativo na distância alcançada no MD e MND na direção postero-medial (p=0.014 e p=0.028, respetivamente), e no valor do *Total Y Balance* em ambos os membros (p=0.013 MD; p=0.022 MND). Nas restantes direções, em ambos os membros, não houve melhorias significativas (0.103<p<1.00).

No GM, apenas se observou um aumento no valor do *Total Y Balance* no MD (p=0.038). Todos os outros valores não foram estatisticamente significativos (0.058<p<0.859).

No GC, apenas se constatou um aumento no alcance na direção postero-medial do MND depois da intervenção (p=0.013). Todos os outros valores não foram estatisticamente significativos (0.057<p<0.906). No que diz respeito aos valores obtidos na comparação dos 3 grupos, só em duas direções apresentaram diferenças relevantes, na postero-medial do MD antes da intervenção (p=0.039), e na anterior no MND após intervenção (p=0.026). Em todos os outros casos, os valores não foram significativos (0.054<p<0.871).

Na tabela 7 estão descritos os valores de prova entre cada grupo, em ambos os momentos observacionais, do alcance nas várias direções integradas no *Y Balance Test*.

Tabela 7 - Comparação entre grupos no *Y Balance Test*, antes e após a intervenção (valores de p)

	Momentos	GE vs. GM	GE vs. GC	GM vs. GC
Anterior Dominante	M0	0.189	0.523	0.499
	M1	0.331	0.082	0.470
Postero-lateral Dominante	M0	0.144	0.327	0.629
	M1	0.141	0.693	0.277
Postero-medial Dominante	M0	0.011*	0.130	0.309
	M1	0.274	0.581	0.578
Anterior Não Dominante	M0	0.165	0.226	0.858
	M1	0.022*	0.018*	0.991
Postero-lateral Não dominante	M0	0.750	0.602	0.839
	M1	0.712	0.762	0.507
Postero-medial Não dominante	M0	0.021*	0.584	0.077
	M1	0.117	0.703	0.231
Total Y Balance Dominante	M0	0.141	0.395	0.534
	M1	0.973	0.344	0.340
Total Y balance Não dominante	M0	0.485	0.751	0.309
	M1	0.351	0.055	0.351
LSI Y balance	M0	0.760	0.568	0.790
	M1	0.258	0.379	0.825

* $p < 0.05$; p^a *Teste Bonferroni*; **LSI**: *limb symmetry index*; **GE**: grupo experimental; **GM**: grupo muscular; **GC**: grupo controle.

No *Y Balance Test*, comparando o GE com o GM obteve-se uma diferença significativa na direção postero-medial do MD e MND antes da intervenção ($p=0.011$ e $p=0.021$, respetivamente), e na direção anterior do MND após a intervenção ($p=0.022$). Em todas as outras direções não foram observadas diferenças significativas ($0.117 < p < 0.973$).

Na comparação entre o GE com o GC, após a intervenção, foi observado um valor significativo ($p=0.018$) na direção anterior do MND, enquanto todos os outros resultados não o foram ($0.055 < p < 0.762$). E, aquando da comparação entre o GM e o GC, os resultados foram semelhantes ($0.077 < p < 0.991$).

Na tabela 8 estão apresentados os valores dos ganhos obtidos após a intervenção, utilizando o cálculo M1-M0 dos valores do *LSI*.

Tabela 8 – Análise descritiva dos ganhos obtidos após a intervenção (M1-M0)

	Grupo Exp n= 10 Med (IQ) Mín-Máx	Grupo muscular n=10 Med (IQ) Mín-Máx	Grupo Controle n=10 Med (IQ) Mín-Máx	p
LSI				
Ganho One Leg Hop Test	3.17(16.0) -13.7/11.3	3.85(7.9) -8.4/16.4	-0.35(5.4) -5.1/2.5	0.238
Ganho Triple Hot Test	2.73(9.9) -5.5/14.3	-0.10(8.1) -8.2/5.7	0.40(2.9) -3.0/1.9	0.531
Ganho Side Hop Test	15.9(39.0) -25.0/39.6	1.00(10.0) -16.3/9.6	1.55(7.3) -6.7/8.2	0.491
Ganho Y Balance Test	-2.10(11.1) -8.8/10.3	-1.10(8.4) -13.2/9.9	-0.90(7.3) -3.1/7.0	0.683

$p < 0.05$; Teste de *Kruskal-wallis*

Comparando os ganhos medianos dos 3 grupos, não foram encontradas diferenças com valor estatístico ($0.238 < p < 0.683$).

E, ao efetuar o teste de *Spearman*, entre os valores dos ganhos no *LSI* e as características biológicas da amostra, foram encontradas correlações no GE entre o ganho no *Side hop test* e a idade ($r_s=0.679$; $p=0.031$). Em relação ao GM, também foram obtidas correlações significativas entre o ganho no *Side hop test* e a idade ($r=-0.685$; $p=0.029$) e entre o ganho no *Y Balance Test* e o IMC ($r_s=-0.661$; $p=0.038$). No que diz respeito ao GC, não se verificou nenhuma correlação significativa entre as variáveis analisadas.

Discussão

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da *Constraint Induced Movement Therapy* (*CIMT*) nas assimetrias de força dos membros inferiores.

Segundo Cone e Lee (2021) e Espada et al. (2023), a existência de assimetrias poderá ser um fator de risco na ocorrência das principais lesões desportivas nos membros inferiores. Assim, será conveniente detetar precocemente estas disparidades (Espada et al., 2023).

O presente estudo integrou 30 jovens adultos do sexo masculino, com idade compreendida entre os 18 e os 30 anos, saudáveis, com um nível de atividade física classificado como ativo e moderadamente ativo (A e B). E, a quase totalidade da amostra refere como membro dominante, o membro direito.

O protocolo do treino muscular efetuado pelo GM e GE foi baseado no estudo de Dawson & Harrington (2015), cujo objetivo foi reduzir o valgo dinâmico do joelho, implementando 4 exercícios para potenciar a ação dos glúteos médio e máximo (*side-lying hip abduction, quadruped leg extension, clam, front step-up*), e o método de avaliação utilizado foi a análise através de vídeo, onde verificaram ter havido melhorias relevantes após 6 semanas. O programa de controlo muscular descrito no texto inclui exercícios de fortalecimento dos abdutores e quadríceps, com o objetivo de estabilizar a pelve e o joelho. Os testes de avaliação aplicados procuraram analisar tanto o equilíbrio dinâmico com o *Y balance test*, quanto a funcionalidade e performance através de testes de salto (*hop tests*). Frequentemente, a fraqueza e/ou o desequilíbrio muscular encontram-se associados a problemas funcionais, tanto na sustentação de carga como no gerar de forças concêntricas e excêntricas, assim como no ato de impulsão e receção dos saltos. De acordo com Thomas et al. (2022), a força e ativação dos músculos abdutores da anca são essenciais para manter o equilíbrio postural estático e dinâmico, e estão relacionados

com a carga articular e com a progressão durante atividades de sustentação de peso. E, *deficits* de força nos abdutores são potenciais fatores de risco na ocorrência de lesões.

Testes funcionais de performance: no início do estudo, os valores de todos os testes de salto foram similares entre todos os grupos de estudo, o que demonstra uma homogeneidade na amostra.

One Leg Hop test: após o período observacional, a performance deste teste somente foi melhorada no GC, em ambos os membros. Tanto o programa de controlo muscular no GM, como a sua associação com a *CIMT* no GE, não proporcionaram quaisquer benefícios. E, quando se compara o GM com o GC, os valores de base do membro não dominante (MND) são diferentes (superiores no GM), mas esta diferença é mantida às 4 semanas, o que pressupõe que a melhoria da distância alcançada foi semelhante. Portanto, não será necessário a implementação de treino específico, tanto muscular como associando a *CIMT*, para haver uma melhoria de performance no *One leg hop test*. Contudo, ao analisar o *Limb Symmetry Index (LSI)*, tanto o GM como o GE obtiveram aumentos significativas nos valores de simetria, ou seja, foram efetivos na redução de assimetrias quando comparados com o GC. E, de acordo com o referenciado por Sannicandro et al. (2014), é possível obter resultados significativos no *One leg hop test*, implementado um protocolo de treino de equilíbrio, em indivíduos com assimetrias de força nos membros inferiores. Portanto, no presente estudo, o facto de ter havido melhoria a nível de performance apenas no GC poder-se-á colocar a hipótese de que o benefício foi resultante da aprendizagem, por ser um teste simples, ou pela existência de possíveis desequilíbrios de força muscular causados pelo tipo de desporto praticado. Porém, a nível de assimetria, o treino muscular, com o sem *CIMT*, demonstrou ser eficaz na sua correção.

Triple hop test: os grupos com implementação dos programas terapêuticos (GE e GM) obtiveram melhorias significativas do 1º para o 2º momento de avaliação, em ambos os membros, e o seu incremento foi idêntico. No GC também houve uma melhoria no MD, e no MND apenas se notou uma tendência para melhoria no *Triple hop test*. Porém, após a intervenção, enquanto os valores obtidos no GE foram praticamente idênticos ao GC, no GM os valores apresentaram uma melhoria significativa em ambos os membros, comparativamente com os do GC. Assim, poder-se-ia supor que o associar a *CIMT* ao programa de controlo muscular, não se obtém qualquer benefício no *Triple hop test*, contrariamente à realização do programa de controlo muscular. Portanto, a melhoria da performance em atividades de saltos horizontais consecutivos pode ser favorecida somente com um treino básico de fortalecimento muscular dos glúteos e quadríceps

(GM), sem haver necessidade de associar o treino específico de *CIMT* (GE). Quanto à resolução de uma possível presença de assimetria nos membros inferiores, a associação da *CIMT* ao treino de controlo muscular mostrou ser a única forma efetiva de incrementar o *LSI*, possivelmente restabelecendo o equilíbrio funcional, reduzindo as assimetrias. Relativamente ao *Triple hop test*, Davey et al. (2021) consideram este teste de fácil familiarização, e, portanto, se os indivíduos apresentarem uma preparação básica cumprirão os requisitos do teste. Castelo Branco (2016) refere que este teste, no conjunto dos *Hop tests* é o mais fiável, sobretudo no membro dominante.

Side hop test: no momento inicial os valores do *Side hop test* eram idênticos nos participantes dos 3 grupos. No 2º momento de avaliação verificou-se uma melhoria significativa ou uma tendência de melhoria no aumento de saltos laterais, intra-grupos, em ambos os membros, e sem diferenças entre eles. Ao comparar os vários grupos, o GE no início do estudo apresentava valores significativamente inferiores aos do GM em ambos os membros, e no 2ª momento de avaliação essa diferença manteve-se no MD. Portanto, o benefício foi idêntico, contrariamente ao que ocorreu no MND, no qual no momento inicial existia uma diferença significativa, com valores significativamente inferiores aos do GM. Mas, no GE, que realizou *CIMT*, teve aumentos significativos ficando ao nível do GM, ou seja, no MND, com a associação de *CIMT* houve um aumento na quantidade de saltos realizados, contudo, estes valores não diferiram significativamente, quando comparado com o GC. Já a realização do programa de controlo muscular promoveu um incremento no número de saltos laterais no MND, relativamente ao GC. Corroborando estes resultados, as melhorias do salto lateral estavam correlacionadas com a implementação do programa de controlo muscular. Assim, hipoteticamente, apenas o trabalho de controlo muscular realizado no MND pode surtir benefícios no salto lateral. Quanto às alterações nas assimetrias de força dos membros inferiores no salto lateral, os dois grupos de intervenção evidenciaram um marcado melhoramento nos valores de simetria. E, os ganhos obtidos no *Side hop test* encontravam-se diretamente relacionados com a idade dos indivíduos do GE, e inversamente correlacionados no GM. Deste modo, poder-se-á considerar que os dois tipos de treino são uteis, de igual forma, na correção de assimetrias de força dos membros inferiores, mas dependendo da idade. Eliminando a hipótese de ter havido melhorias no *Side hop test* através da aprendizagem por repetição, Mirković et al. (2022) criaram um protocolo específico para essa comprovação e verificaram que, pelo facto de este teste ter múltiplas componentes motores e de coordenação, seria difícil alterar os resultados

obtidos, dependendo, assim, fundamentalmente da técnica aplicada. Portanto, apenas a realização do programa de controlo muscular promoveu um incremento no salto lateral no MND, e a sua associação com a *CIMT* também evidenciou alguns benefícios, sobretudo nos valores do *LSI*, mas sem diferenças estatísticas a nível de performance, quando comparado com o GC.

Y balance test: os resultados desta bateria de testes de equilíbrio dinâmico são um ótimo indicador de risco de lesões, nomeadamente quando os níveis de simetria nestes testes são inferiores a 94% (Manoel et al., 2020), e no presente estudo o valor do índice variou de 90.4% a 113.5% %, havendo, assim, indivíduos em risco de contraírem lesões.

Score total do *Y balance test*: o score total dos participantes incluídos no GE melhorou significativamente nos 2 membros, no GM apenas houve um aumento com valor estatístico no MD, e no GC não foram observadas melhorias em ambos os membros.

Direção posto-medial: analisando as direções do *Y balance test*, isoladamente e por membro, verifica-se que houve um aumento significativo na direção posto-medial em ambos os membros do GE, mas sem significado entre os valores com os outros 2 grupos no 2º momento, o que poderá ser explicado pelo facto do valor de alcance no GE ser significativamente inferior no momento inicial ao do GM, especificamente, e no 2º momento ter igualado. Por isso, a análise deverá ser cuidadosa porque diferentes valores pré-intervenção podem eventualmente influenciar os valores pós-intervenção. Contudo, poder-se-á mencionar que o associar a *CIMT* ao protocolo muscular é benéfico no incremento do alcance postero-medial, o que não ocorreu no GM, indicando assim que o controlo muscular não consegue, por si só, proporcionar melhorias a nível do equilíbrio dinâmico nesta direção. No GC, no MND, também se verificou um aumento significativo, mas sem valor estatístico, aquando da comparação com os outros 2 grupos.

Direção postero-lateral e anterior: nestas direções não foram encontrados benefícios em nenhum dos 3 grupos, em ambos os membros. Contudo, na direção anterior do MND, a intervenção com *CIMT* foi efetiva, e apresentando valores significativamente superiores aos do GM. Desta forma, pode-se considerar que o associar da *CIMT* ao protocolo muscular é vantajoso no aumento do alcance anterior no MND. Hipoteticamente, o treino de sentar-levantar com o membro menos exercitado numa superfície instável (*CIMT*) poderá reproduzir o mesmo tipo de ação motora utilizada na direção do alcance anterior. Wang et al. (2021) indicam que o treino de equilíbrio pode ter maiores benefícios em termos de força e equilíbrio, comparado com o treino de resistência, sobretudo nas direções postero-medial e postero-lateral, assim como no score total.

Relativamente aos valores do *LSI* pode-se reconhecer que nenhum dos dois protocolos é eficaz na correção de assimetria dos valores do *Y balance test*. Uma hipótese explicativa poderia ser que estes testes requerem mais habilidade, e conseqüentemente maior tempo de intervenção, tanto para ter melhorias a nível de performance, como a nível de simetria. Em suma, a implementação da *CIMT* com um treino de controlo muscular, ou somente um treino de controlo muscular, poderão ser úteis na correção de níveis de assimetria nos membros inferiores, assim como no desempenho de atividades que exijam saltos e equilíbrio. Mas, mais estudos serão necessários para a incluir, com maior precisão, técnicas terapêuticas mais específicas e direcionadas.

Limitações do estudo: a efetividade da *CIMT*, como intervenção isolada, não pode ser confirmada, pelo facto de os participantes também terem realizado exercícios de fortalecimento conjuntamente. Outras limitações a apontar foram o número reduzido de participantes, as variações nos graus de assimetria, e, apesar de se ter analisado o MD e o MND, assim como o nível de atividade física, não se questionou o tipo de desporto praticado, o que poderá limitar a compreensão dos efeitos específicos da *CIMT*. A escassez de estudos que abordassem a *CIMT* na área músculo-esquelética, assim como a variabilidade de protocolos para o foro neurológico, impediram a verdadeira comparação com os resultados encontrados no presente estudo.

Conclusão

A implementação da *Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT)*, em jovens adultos do sexo masculino, proporcionou incremento no *Limb Symmetry Index (LSI)* na performance no *Triple hop test*. No *One leg hop test*, e *Side hop test* também se verificou um incremento na simetria dos membros inferiores, mas sem representar uma mais-valia em relação ao GM. Quanto ao *LSI*, analisado pelo *Y Balance Test*, não houve quaisquer alterações significativas com a implementação da *CIMT*. E, quando se compara os valores das alterações do *LSI*, do 2º momento com o momento inicial, não foram observadas diferenças com valor significativo.

Sugestões para futuros estudos: futuras pesquisas deveriam analisar diferentes modalidades de *Constraint-Induced Movement Therapy*, tanto de uma forma isolada como integrada em protocolos de treino específico, com maior duração, para que houvesse melhores evidências quanto à sua eficácia na resolução das assimetrias de força, de forma a incluí-las em programas de treino, minimizando o risco lesivo e potenciando a performance desportiva, recreativa ou competitiva.

Bibliografia

Behm, D., & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 7(2), 226.

Castelo Branco, D. (2016). *Fiabilidade teste-reteste e utilidade clínica dos hop tests como instrumento de medição da estabilidade dinâmica do joelho* (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Saúde).

Cone, S. M., & Lee, S. (2021). Lower limb force asymmetries during landing and jumping exercises: A pilot study. *International Journal of Exercise Science*, 14(1), 544.

Davey, K., Read, P., Coyne, J., Jarvis, P., Turner, A., Brazier, J., ... & Bishop, C. (2021). An assessment of the hopping strategy and inter-limb asymmetry during the triple hop test: A test–retest pilot study. *Symmetry*, 13(10), 1890.

Dawson, S. J., & Herrington, L. (2015). Improving Single-Legged-Squat Performance: Comparing 2 Training Methods With Potential Implications for Injury Prevention. *Journal of athletic training*, 50(9), 921–929. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.9.03>

Espada, M. C., Jardim, M., Assunção, R., Estaca, A., Ferreira, C. C., Pessoa Filho, D. M., ... & Santos, F. J. (2023). Lower Limb Unilateral and Bilateral Strength Asymmetry in High-Level Male Senior and Professional Football Players. *Healthcare* 11(11), 1579. MDPI.

Gustavsson, A., Neeter, C., Thomeé, P., Silbernagel, K. G., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 14(8), 778–788. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0045-6>

Ithurburn, M. P., Altenburger, A. R., Thomas, S., Hewett, T. E., Paterno, M. V., & Schmitt, L. C. (2018). Young athletes after ACL reconstruction with quadriceps strength

asymmetry at the time of return-to-sport demonstrate decreased knee function 1 year later. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 26(2), 426–433. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4678-4>

Manoel, L. S., Xixirry, M. G., Soeira, T. P., Saad, M. C., & Riberto, M. (2020). Identification of ankle injury risk factors in professional soccer players through a preseason functional assessment. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 8(6), 2325967120928434.

Mirković, S. V., Đurić, S., Sember, V., Knezevic, O. M., Pajek, M., Mirković, M. M., & Mirkov, D. M. (2022). Evaluation of the Limb Symmetry Index: The Side Hop Test. *Frontiers in physiology*, 13, 874632.

Oliveira, V. H., Wiechmann, S. L., Narciso, A. M., & Deminice, R. (2017). Knee extension and flexion strength asymmetry in Human Immunodeficiency Virus positive subjects: a cross-sectional study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 21(6), 434-439.

Reddy, R. S., Gular, K., Dixit, S., Kandakurti, P. K., Tedla, J. S., Gautam, A. P., & Sangadala, D. R. (2022). Impact of Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) on Functional Ambulation in Stroke Patients—A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12809.

Sannicandro, I., Cofano, G., Rosa, R. A., & Piccinno, A. (2014). Balance training exercises decrease lower-limb strength asymmetry in young tennis players. *Journal of sports science & medicine*, 13(2), 397.

Santos, R., Silva, P., Santos, P., Ribeiro, J. C., & Mota, J. (2008). Physical activity and perceived environmental attributes in a sample of Portuguese adults: results from the Azorean Physical Activity and Health study. *Preventive medicine*, 47(1), 83-88.

Sullivan, S. W., Fleet, N. A., Brooks, V. A., Bido, J., Nwachukwu, B. U., Brubaker, P. H. (2021). Comparison of Different Functional Tests for Leg Power and Normative Bilateral Asymmetry Index in Healthy Collegiate Athletes. *Open access journal of sports*

medicine, 12, 119–128. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S315162>

Tedla, J. S., Gular, K., Reddy, R. S., de Sá Ferreira, A., Rodrigues, E. C., Kakaraparthi, V. N., ... & Nambi, G. (2022). Effectiveness of constraint-induced movement therapy (CIMT) on balance and functional mobility in the stroke population: a systematic review and meta-analysis. *Healthcare*, 10(3) 495. MDPI.

Thomas, D. T., Prabhakar, A. J., Dineshbhai, P. V., & Eapen, C. (2022). Hip abductor strengthening in patients diagnosed with knee osteoarthritis—a systematic review and meta-analysis. *BMC musculoskeletal disorders*, 23(1), 622.

Wilczyński, B., Zorena, K., & Ślęzak, D. (2020). Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. *International journal of environmental research and public health*, 17(21), 8208. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218208>.

Wang, H., Yu, H., Kim, Y. H., & Kan, W. (2021). Comparison of the Effect of Resistance and Balance Training on Isokinetic Eversion Strength, Dynamic Balance, Hop Test, and Ankle Score in Ankle Sprain. *Life (Basel, Switzerland)*, 11(4), 307. <https://doi.org/10.3390/life11040307>