

# MENSURAÇÃO DE FORÇA, ANÁLISE DE VALGO DINÂMICO E TEMPO DE RESPOSTA EM MEMBROS INFERIORES DE BAILARINOS

**Strength measurement, dynamic valgus analysis and response time in dancer lower limbs.**

Giovanna Cristina Gonçalves<sup>1</sup>, Gustavo Moreira de Freitas<sup>1</sup>, Bruna Leonel Carlos<sup>2</sup>, Ricardo da Silva Alves<sup>3</sup>

## Resumo

**Introdução:** O *ballet* clássico exige movimentos de rotação de quadril associado com movimentos na articulação do joelho, levando ao aparecimento de valgo dinâmico. Os bailarinos desenvolvem uma melhor resposta neuromuscular, gerando adequadas e precisas respostas musculares e proprioceptivas, contribuindo para força muscular e tempo de reação. O objetivo do presente estudo foi avaliar o pico de força de rotadores, tempo de resposta motora de quadril e amplitude de valgo dinâmico de joelho. **Materiais e métodos:** estudo transversal e controlado. Foram avaliadas 30 participantes do sexo feminino divididas em 2 grupos, grupo *ballet* (GB= 15) e grupo controle (GC= 15). Todas as participantes foram avaliadas quanto pico de força de rotadores externos e internos por um dinamômetro isométrico de 1000Kgf interligado ao computador, tempo de resposta dos movimentos de flexão, abdução e extensão de ambos os quadris por meio do Physioplay<sup>®</sup> conectado ao sensor Kinect<sup>®</sup> e amplitude de valgo dinâmico dos joelhos mensurado pelo ImageJ. **Resultados:** na comparação intergrupos, foram observados maiores valores de força de rotador interno do quadril direito no GB ( $p=0,036$ ) e maior amplitude de valgo dinâmico bilateral no GB (direito:  $p=0,048$ ; esquerdo:  $p=0,009$ ). **Conclusão:** De acordo com nossos achados, podemos sugerir que a diminuição de força de rotadores de quadril não se aplica diretamente a alterações no joelho.

**Palavras-chave:** *ballet*, força muscular, valgo dinâmico, tempo de resposta motora.

## Abstract

**Introduction:** Classic ballet requires hip rotation movements associated with knee articulation movements, leading to a dynamic valgus appearance. The dancers develop a better neuromuscular response, generating proper and precise muscular and proprioceptive responses, contributing to muscular strength and reaction time. The goal of this present study was to evaluate the rotators' strength peak, hips motor response time and knee dynamic valgus amplitude. **Materials and methods:** cross-cut and controlled study. It evaluated 30 womankind participants that were divided into 2 groups: ballet group (BG= 15) and control group (CG= 15). All participants were evaluated as for the peak of strength of internal and external rotators by a isometric dynamometer of 1000 Kgf interconnected with the computer, and response time of flexion, abduction and extension of the hips throughout the Physioplay<sup>®</sup> connected to the Kinect<sup>®</sup> sensor and knees dynamic valgus amplitude measured by ImageJ. **Results:** by the intergroups comparison, it was observed bigger right side hip internal rotator strength in BG ( $p=0,036$ ) and bigger bilateral dynamic valgus amplitude in BG (right:  $p=0,048$ ; left:

$p=0,009$ ). **Conclusion:** According to our findings, it can be suggested that the rotators hips strength decrease doesn't apply straight to changes on the knee.

**Key Words:** *ballet, muscular strength, dynamic valgus, motor response time.*

<sup>1</sup> Acadêmicos do curso de Fisioterapia – Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS) Pouso Alegre (MG), Brasil

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, Doutora em ciências da saúde, docente do curso de Fisioterapia – Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS) Pouso Alegre (MG), Brasil

<sup>3</sup> Fisioterapeuta, Doutor em Biociências Aplicadas à Saúde, docente do Curso de Fisioterapia – Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS) Pouso Alegre (MG), Brasil

Endereço de correspondência: Ricardo da Silva Alves, Curso de Fisioterapia – Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS). Avenida Alfredo Custódio de Paula, 320, CEP 37553-068, Telefone (35) 3449-8772, Pouso Alegre, MG, Brasil

## Introdução

O *ballet* é uma combinação única de arte e esporte e exige muito do sistema musculoesquelético e comportamental do bailarino<sup>1</sup>. Dentro da técnica do *ballet* clássico é exigido que, quem o pratique, realize constantemente o *en dehors* ou *turn out*, movimentos que exigem uma rotação externa do quadril. Este é um dos princípios mais importantes dentro do *ballet*<sup>1</sup>. Segundo Sampaio 1996<sup>2</sup> para garantir uma boa postura nessa posição de *en dehors* são necessários alguns critérios, sendo o quadril uma base para perfeita colocação postural.

O *turn out* é responsável por uma rotação de todo o membro inferior, um exemplo deste movimento é a primeira posição do *ballet*, onde essa rotação bilateral forma um ângulo dos pés de 180°, forçando até a amplitude de

movimento (ADM) máxima do quadril, e quanto mais cedo se inicia na dança, maior é a adaptação estrutural e ligamentar para se realizar tal posição<sup>3</sup>. Essa adaptação estrutural deve ser simétrica, pois qualquer alteração pode levar a problemas em outros segmentos<sup>4</sup>.

Um *turn out* exigido além do limite do quadril faz com que o bailarino tente o fazer através de compensações<sup>5</sup> como rotações de joelho, podendo levar então a alterações ligamentares e meniscais como o valgo dinâmico. De acordo com Steinberg et al 2013<sup>6</sup>, a região do joelho é o local mais comum de lesão entre bailarinos não profissionais (40,4%).

O valgo dinâmico consiste em uma rotação interna de quadril e uma rotação externa da tíbia, e é considerado um dos mais importantes preditores de lesões<sup>7</sup>.

Lesões musculoesqueléticas são comuns em bailarinos, pois eles são considerados atletas, e devido ao alto número de treinamento, tem um risco elevado de lesão<sup>8</sup>. Alguns estudos relatam que essa incidência está relacionada ao tempo de exposição, pois bailarinos geralmente iniciam a prática muito jovens. Os resultados variam de 0,5 a 4,4 lesões a cada 1000 horas de exposição<sup>9,10</sup>.

Os locais mais acometidos são o quadril, joelho e tornozelo sendo a lesão definida como um problema musculoesquelético que: 1- afeta a dança do bailarino, 2- restringe a participação por pelo menos 24 horas, 3- causa diminuição de desempenho e 4- necessita de assistência médica<sup>11</sup>.

As lesões em quadril e joelho são responsáveis por cerca de 30% das lesões ocorridas em bailarinos clássicos, ocasionados por movimentos repetitivos realizados pelo quadril, que leva a um desequilíbrio muscular entre os músculos antagonistas<sup>12</sup>. Segundo a *International Association for Dance Medicine and Science* 2011<sup>13</sup> há 5 principais fatores que afetam o *en dehors*, que são: o ângulo de anteversão femoral, orientação do acetábulo, forma do colo do fêmur, elasticidade do ligamento iliofemoral, flexibilidade e força da unidade músculo-tendínea.

Força muscular é a capacidade que o músculo tem de gerar uma tensão<sup>14</sup>, por meio das contrações do tipo isotônica (concêntrica e excêntrica), isocinética e isométrica<sup>15</sup>. No *ballet*, esses tipos de contrações musculares são utilizados para se fazer uma rotação externa de quadril, sendo necessário uma força muscular para manter a posição adequada<sup>16</sup>. É importante ressaltar que mesmo dentro do *ballet* clássico os princípios do condicionamento devem ser seguidos afim de uma melhor performance muscular<sup>17</sup>. Nesse sentido, o uso de instrumentos de avaliação da força muscular, como célula de carga, método no qual a força aplicada no dispositivo é mensurada eletronicamente e transmitida para um monitor<sup>18</sup>.

Nesse sentido, a avaliação dessa habilidade motora parece ser essencial para analisar o movimento e identificar possíveis lesões a essa população.

Uma das tarefas de habilidade motora pode ser avaliada por meio dos testes de reação simples, na qual a pessoa que está sendo avaliada move uma articulação o mais rápido possível depois que é solicitado pelo avaliador. Esse tempo de reação simples é desde o tempo que se dá o estímulo (visual, auditivo ou tátil) até o tempo de início de resposta, indicando o nível de coordenação neuromuscular<sup>19</sup>. O estímulo visual pode

ser dado através de lâmpadas de LED (*light emission diode*) e o estímulo auditivo através de caixas acústicas<sup>20</sup>.

O Microsoft Kinect é um dispositivo com diversos sensores e seu uso foi proposto para várias aplicações, como mensurar o tempo de resposta motora e até mesmo para avaliação do risco de quedas em idosos. Ele é um dispositivo de sensor de visão pelo computador, que mensura o movimento de forma tridimensional<sup>21</sup>.

O uso desse dispositivo é uma ferramenta útil para avaliação do tempo de resposta, porém, até o presente momento, não foram encontrados estudos que utilizassem o Kinect para analisar o tempo de resposta em praticantes de *ballet*.

### **Objetivo**

O objetivo do presente estudo foi avaliar o pico de força de rotadores, tempo de resposta motora de quadril e amplitude de valgo dinâmico de joelho.

### **Metodologia**

#### **DESENHO DO ESTUDO**

O presente estudo consiste em um estudo transversal e controlado. A amostra foi alocada por conveniência em

dois grupos: Grupo *Ballet* (GB), formado por voluntárias do sexo feminino, praticantes de *ballet*; e um grupo controle (GC), formado por voluntárias do sexo feminino, não praticantes de *ballet*. O estudo foi aprovado pelo CEP-UNIVAS nº do parecer 4.390.920.

### **CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E NÃO INCLUSÃO DOS PARTICIPANTES**

Foram incluídos no estudo bailarinas com idade entre 12 e 25 anos, residentes na cidade de Pouso Alegre – MG e de Santa Rita-MG, regularmente matriculada em escola com pelo menos seis meses de prática do *ballet* clássico. Também foram incluídas voluntárias não bailarinas.

Os voluntários não incluídos foram os do sexo masculino, com idade inferior a 12 anos e superior a 25 anos de idade e que pratiquem o *ballet* a menos de seis meses. Também não foram incluídos aqueles que apresentaram dificuldades de entendimento referente a execução dos instrumentos de avaliação a que foram submetidos.

## PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

Foi realizado uma entrevista por meio de questionário elaborado pelos autores, a cerca de informações demográficas dos participantes. Foram obtidas informações como idade, sexo, tempo de prática de *ballet*, histórico de lesão e prática de qualquer outra modalidade de exercício físico.

## AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR

Foi utilizado um dinamômetro isométrico equipado com uma célula de carga de 1000kgf interligado ao computador para realização dos registros dinamométricos. É importante ressaltar que a célula de carga utilizada foi desenvolvida pelo orientador PhD Ricardo da Silva Alves juntos com as alunas Kauany Fagundes e Isabela Vieira do curso de fisioterapia da UNIVAS. A célula de carga apresenta uma alta confiabilidade para mensurar a força dos músculos rotadores externos e internos de quadril<sup>18</sup>.

Antes de iniciar as avaliações os voluntários receberam as instruções verbais e demonstração do protocolo a

ser executado. O participante foi posicionado em decúbito ventral sobre uma maca, com os joelhos flexionados a 90° garantidos por meio de um goniômetro.

Nessa posição foi colocada uma cinta fixada acima do tornozelo, presa a uma barra metálica contendo o dinamômetro, perpendicular à perna. O voluntário realizou uma força máxima de rotação interna e externa de ambos os quadris.

Foram realizadas três contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), de 7 segundos, sendo eliminado o primeiro e último segundo, referente ao tempo de solicitação e interrupção da contração, sendo utilizados para análise 5s de contração. Entre cada contração foi dado um período de descanso de 1 a 3 minutos.

Avaliação de RE:



Fonte: autores, 2021

### Avaliação de RI:



Fonte: autores, 2021

### ANÁLISE DO VALGO DINÂMICO

Para realização da avaliação foram utilizados marcadores de isopor com tamanho de 30mm de diâmetro posicionados nas seguintes estruturas anatômicas: espinha ilíaca ântero superior (EIAS), meio da patela e tuberosidade da tíbia de ambos os lados. Os voluntários foram posicionados em ortostatismo sobre uma caixa branca de 15 centímetros e instruídos a executar 3 repetições, consecutivas, do movimento de descer o degrau, em apoio unipodal sem retirar o calcâneo apoiado no caixote durante as repetições.

Os registros obtidos foram analisados através do software IMAGE J (*National Institute of Mental Health, USA*)

### Análise do valgo dinâmico:



Fonte: autores, 2021

### AVALIAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA

Para avaliação do tempo de resposta motora do quadril foi utilizado o dispositivo® associado ao software Physioplay®<sup>22</sup> interligado ao sensor Kinect® (*Microsoft Corporation, USA*). As análises do tempo de reação dos quadris foram realizadas de modo bilateral e utilizando os movimentos de flexão, extensão e abdução.

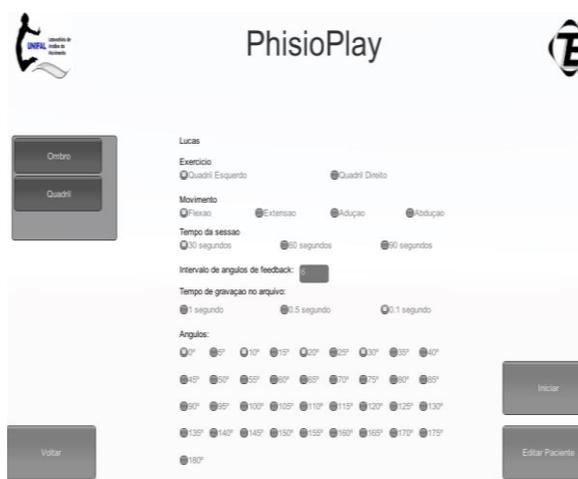
O procedimento de obtenção do tempo de reação também seguiu as padronizações descritas por Monjo e Forestier 2017<sup>23</sup>. Cada movimento foi executado três vezes consecutivas por um período de 10 segundos e com intervalo de um minuto entre as avaliações. Foi padronizado a obtenção

do ângulo de 60 graus para flexão de quadril, 20 graus para extensão e 20 graus para abdução de quadril.

Para a análise dos dados foi adotado o seguinte procedimento: considerado o tempo para a realização do início do movimento até o momento de manutenção do ângulo por no mínimo três segundos cada ângulo estudado.

Após a finalização dos registros, os dados foram exportados para o software Microsoft Office Excel 2007, o qual permitiu extrair os dados para análise do tempo de resposta.

Interface do *software* Physioplay®:



## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística foi utilizado o *software* *Statistical Package*

*for the Social Sciences* (SPSS, IBM Corp. Chicago, IL, USA) v. 20.0 para *Windows*. Os dados foram submetidos ao teste de comparação de Mann-Whitney, pois não apresentou distribuição normal, sendo considerado  $p > 0,05$ . Em todas as análises, foi considerado um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os resultados sociodemográficos dos participantes. Somente o valgo dinâmico de ambos os joelhos dos grupos avaliados não apresentaram diferenças significativas. Para as demais variáveis foram evidenciadas diferenças entre os grupos.

Na tabela 2 não foram encontradas diferenças significativas entre pico de força de rotadores externos, tempo de resposta de flexão, abdução e extensão de ambos os quadris.

Na comparação intergrupos, o pico de força de rotação interna do quadril direito e valgo dinâmico dos joelhos apresentaram diferença significativa.

TABELA 1- Dados demográficos

Variáveis	Grupo Ballet (n=15)	Grupo Controle (n=15)	Valor de p
Idade	17,733 ± 3,195	22,466 ± 1,684	<0,001*
Sexo – n (%)			
Feminino	15 (100,00)	15 (100,00)	
Masculino	0 (0,00)	0 (0,00)	
Tempo de <i>ballet</i> (anos)	8,266 ± 3,863	-	
Lesão – n (%)			
Sim	6 (40,00)	4 (26,67)	<0,001*
Não	9 (60,00)	11 (73,33)	
Local de lesão – n (%)			
Nenhum	9 (60,00)	11 (73,00)	<0,001*
Tornozelo	5 (33,00)	1 (6,00)	
Joelho	1 (6,00)	0 (0,00)	
Coxa	0 (0,00)	1 (6,00)	
Punho	0 (0,00)	1 (6,00)	
Braço	0 (0,00)	1 (6,00)	
Lesão atual – n (%)			
Sim	1 (6,00)	1 (6,00)	<0,001*
Não	14 (93,00)	14 (93,00)	
Outras modalidades – n (%)			
Não	11 (73,00)	6 (40,00)	<0,001*
Academia	2 (13,00)	7 (46,00)	
Treino funcional	1 (6,00)	0 (0,00)	
Caminhada	1 (6,00)	0 (0,00)	
Jazz	0 (0,00)	1 (6,00)	
Vôlei	0 (0,00)	1 (6,00)	
Desconforto e dor – n (%)			
Joelho	8 (53,00)	3 (20,00)	0,031*
Quadril	0 (0,00)	1 (06,00)	
Ambos	0 (0,00)	0 (0,00)	
Nenhum	7 (46,00)	11 (73,00)	
Valgo direita – n (%)			
Sim	10 (66,00)	7 (46,00)	0,630
Não	5 (33,00)	8 (53,00)	
Valgo esquerda – n (%)			
Sim	9 (60,00)	8 (53,00)	0,881
Não	6 (40,00)	7 (46,00)	

Notas: \* p< 0,05 pelo teste de Mann-Whitney; GC não sedentários; análise qualitativa do valgo dinâmico.  
 Legenda: dados sociodemográficos

TABELA 2: Análise comparativas do pico de força de rotação e tempo de resposta de quadril e amplitude do valgo dinâmico de joelho entre os grupos.

Variáveis		Grupo <i>Ballet</i> (n=15)	Grupo Controle (n=15)	Valor de p
Força RE (kgf)	Direito	11,046 ± 2,401	9,553 ± 1,527	0,052
	Esquerdo	11,013 ± 2,603	9,726 ± 1,503	0,109
Força RI (kgf)	Direito	7,318 ± 1,553	6,205 ± 1,937	0,036*
	Esquerdo	7,850 ± 1,828	7,151 ± 2,488	0,948
TR de flexão de quadril (ms)	Direito	1,022 ± 0,731	1,185 ± 0,637	0,830
	Esquerdo	1,008 ± 0,706	0,848 ± 0,505	0,980
TR de abdução de quadril (ms)	Direito	0,881 ± 0,652	1,148 ± 0,525	0,144
	Esquerdo	1,120 ± 0,600	1,104 ± 0,604	0,964
TR de extensão de quadril (ms)	Direito	0,957 ± 0,451	0,806 ± 0,520	0,316
	Esquerdo	0,993 ± 0,750	0,766 ± 0,525	0,396
Valgo de joelho (°)	Direito	10,296 ± 7,543	4,676 ± 4,351	0,048*
	Esquerdo	11,704 ± 4,986	4,158 ± 3,445	0,009*

Nota: \* p< 0,05 pelo teste de Mann-Whitney.

Legendas: RE= rotação externa, RI= rotação interna, TR= tempo de resposta, kgf= quilogramas força, ms= milissegundos

## DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram uma assimetria de rotadores internos (RI) e externos (RE) de quadril no grupo *ballet* (direito= 33,75% e esquerdo= 28,73%) e no grupo controle (direito= 35,05% e esquerdo= 26,48%). Esses desequilíbrios musculares observados parecem sugerir um aumento maior no grupo *ballet* (GB).

A maior exigência de rotação externa (*tourout*) no GB pode ser observado, demonstrando assimetria muscular entre rotadores externos e internos de 33,8% em membro inferior direito (MID) e 32,1% em membro inferior esquerdo (MIE). Esses achados

corroboram com os achados de Gupta et al 2004<sup>24</sup> onde encontraram uma assimetria entre a força muscular de rotadores sendo maior do grupo de dançarinos do que no grupo de não dançarinos. Embora não tenhamos observado diferenças com o grupo controle (GC), sugerimos compensações em outras articulações, como valgo dinâmico de joelho e pronação do pé<sup>25</sup>, este último item não avaliado.

As alterações geradas de valgo dinâmico podem ser decorrentes de falta de estabilidade muscular pélvica e de músculos abdominais que poderiam diminuir a rotação interna do fêmur durante os testes funcionais<sup>26</sup>. Outros

estudos demonstram que durante a aterrissagem ocorre um aumento da rotação interna, sendo as mulheres mais acometidas que os homens<sup>27,28,29,30,31</sup> demonstrando que alterações de força muscular de abdutores, extensores e rotadores externos de quadril estão associados ao valgo dinâmico em atletas universitárias femininas, sugerindo que somente a fraqueza de rotadores externos de quadril não explica as alterações do joelho, mas fraqueza de diversos músculos dos membros inferiores<sup>31</sup>. Neste sentido torna-se necessário avaliar não só os músculos do quadril, mas outras articulações como tornozelo e tronco que aqui não foram avaliados.

Em revisão sistemática foi encontrado que fraqueza muscular de rotadores externos de quadril aumenta o valgo dinâmico de joelho. Dos sete estudos utilizados na revisão sistemática somente um encontrou correlação significativa entre a fraqueza de rotadores externos e o aumento do valgo dinâmico<sup>32</sup>. Os nossos resultados mostraram divergência entre o valgo dinâmico e a força de rotadores de quadril. No entanto, ainda vale a pena considerar outros fatores como tamanho da amostra, dificuldade da tarefa, movimentos compensatórios e avaliação de outros grupos musculares que

poderiam contribuir para interpretação desses achados.

No *ballet* clássico, a resposta neuromuscular se torna algo importante, pois está associado a propriocepção, mediada por receptor e arco neural, o qual contribui para obtenção de uma adequada e precisa resposta muscular<sup>33</sup>. A resposta do movimento articular ou da geração de força muscular tem um atraso fisiológico, é o tempo de geração de resposta do córtex.

Em seu estudo, Ejupi 2016<sup>21</sup> analisou uma população de idosos com risco de quedas moderado, sendo avaliado o tempo de reação motora pelo Microsoft Kinect e mostrou que os idosos caidores foram mais lentos do que os não caidores nas medições do teste de tempo de reação de alcance ( $P < 0,001$ ) pelo dispositivo, mostrando que as reações lentas podem levar a um maior risco de quedas na população idosa.

Embora na literatura os estudos mostram que indivíduos atletas tem um baixo tempo de resposta, e que isso está associado ao grau de especificidade do seu movimento corporal, bem como pode ser melhorado com os treinamentos<sup>34,35,36</sup>, em nossos resultados mostraram que não houveram diferenças significativas entre os praticantes e não praticantes de *ballet* no tempo de resposta motora dos

movimentos de flexão, abdução e extensão dos quadris. Uma das razões para esses resultados é que os indivíduos do grupo controle que não realizavam a prática de *ballet* clássico realizavam outros exercícios físicos que podem explicar o tempo de resposta praticamente igual ao grupo *ballet*.

## CONCLUSÃO

Neste estudo foi possível observar uma assimetria muscular de rotadores internos e externos de quadril que se encontravam presentes tanto no grupo *ballet*, quanto no grupo controle. De acordo com nossos achados, podemos sugerir que a diminuição de força de rotadores de quadril não se aplica diretamente a alterações no joelho. Portanto para consolidar essa afirmação pesquisas futuras devem avaliar outros fatores, como por exemplo movimentos compensatórios, componentes articulares e outros grupos musculares.

## REFERÊNCIAS

1. Janura M, Procházková M, Svoboda Z, Bizovská L, Jandová S, Konečný P. Standing balance of professional ballet dancers and non-dancers under different conditions. PLOS ONE. 2019;14(10):e0224145.
2. Lesões no balé clássico. JPhysEduc. 2008.5 89-6.
3. Flavio Sampaio. Ballet Essencial. Sprint; 1996. 157 p.
4. Reid DC. Prevention of Hip and Knee Injuries in Ballet Dancers. Sports Med.1988;6(5):295-307.
5. Micheli LJ, Gillespie WJ, Walaszek A. Clin. Sports Med. 1984; 3(1): 199-209.
6. Negus V, Hopper D, Briffa NK. Associations between Turnout and Lower Extremity Injuries in Classical Ballet Dancers. J Orthop Sports Phys Ther. 2005; 35(5):307-18.
7. Steinberg N, Siev-Ner I, Peleg S, Dar G, Masharawi Y, Zeev A, Hershkovitz I. Injuries in Female Dancers Aged 8 to 16 Years. *J Athl Train* .2013;48(1):118-23.
8. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, van den Bogert AJ, Paterno MV, Succop P. Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. Am. J. Sports Med. 2005;33(4):492-501.
9. Smith TO, Davies L, de Medici A, Hakim A, Haddad F, Macgregor A. Prevalence and profile of musculoskeletal injuries in ballet

- dancers: A systematic review and meta-analysis. *Phys. Ther. Sport* 2016;19:50-6.
10. Allen N, Nevill AM, Brooks JH, Koutedakis Y, Wyon MA. The Effect of a Comprehensive Injury Audit Program on Injury Incidence in Ballet. *Clin J Sport Med.* 2013;23(5):373-8.
  11. Smith PJ, Gerrie BJ, Varner KE, McCulloch PC, Lintner DM, Harris JD. Incidence and Prevalence of Musculoskeletal Injury in Ballet. *Am J Sports Med.* 2015;3(7):232596711559262.
  12. Gross C, Rho M, Aguilar D, Reese M. Self-Reported Hip Problems in Professional Ballet Dancers: The Impact on Quality of Life. *J Dance Med Sci.* 15 set 2018;22(3):132-6.
  13. Reid DC. Prevention of Hip and Knee Injuries in Ballet Dancers. *Sports Med.* Nov 1988;6(5):295-307
  14. International Association for Dance Medicine and Science . Resource Paper: Turnout for Dancers - Hip Anatomy and Factors Affecting Turnout. 2011
  15. Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas. 4a ed.: Manole; 2005.
  16. Zuccolotto AP, Bellini MA, Rech A, Sonda FC, Melo MD. Efeito do treinamento de força com resistência elástica sobre o desempenho da flexão de quadril em bailarinas clássicas. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2016;30(4):893-901.
  17. Haas JG. Anatomia da dança. Barueri: Manole; 2011. 206 p.
  18. Confiabilidade e validade de um dispositivo de célula de carga para avaliação da força de preensão palmar. *Fisioter. Pesqui.* 2015;22(4):378-85.
  19. Magill RA. Aprendizagem motora conceitos e aplicações. 5a ed. São Paulo: Edgard Blücher; 2000. 359 p.
  20. Vaghetti CA, Roesler H, Andrade A. Tempo de reação simples auditivo e visual em surfistas com diferentes níveis de habilidade: comparação entre atletas profissionais, amadores e praticantes. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(2):81
  21. Ejupi A, Gschwind YJ, Brodie M, Zagler WL, Lord SR, Delbaere K. Kinect-based choice reaching and stepping reaction time tests for clinical and in-home assessment of fall risk in older people: a prospective study. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2016;13(1).
  22. Santos, J. V. V.; Carvalho, L. C.; Bressan P. A. Physioplay: Um exergame para reabilitação física

- aplicando a interatividade do Kinect® como biofeedback visual. IX Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, Paranavaí, 2012.
23. Monjo F, Forestier N. The postural control can be optimized by the first movement initiation condition encountered when submitted to muscle fatigue. *Hum. Mov. Sci.* 2017
  24. Gupta A. An evaluation of differences in hip external rotation strength and range of motion between female dancers and non-dancers. *Br. J. Sports Med.* 2004;38(6):778-83.
  25. Almeida GP. Relação do valgo dinâmico do joelho com a força muscular do quadril e tronco em indivíduos com síndrome patelofemoral. USP. 2013
  26. McConnell J. The physical therapist's approach to patellofemoral disorders. *Clin Sports Med.* 2002;21(3):363-87.
  27. Beynnon BD, Fleming BC. Anterior cruciate ligament strain in-vivo: A review of previous work. *J. Biomech.* 1998;31(6):519-25.
  28. Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Shepard MF, Finerman GA, Slauterbeck JL. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. *J. Orthop. Res.* 1995 ;13(6):930-5.
  29. McLean SG, Huang X, Su A, van den Bogert AJ. Sagittal plane biomechanics cannot injure the ACL during sidestep cutting. *Clin Biomech.* 2004;19(8):828-38.
  30. Lawrence RK, Kernozek TW, Miller EJ, Torry MR, Reuteman P. Influences of hip external rotation strength on knee mechanics during single-leg drop landings in females. *Clin Biomech.* 2008 ;23(6):806-13.
  31. Crowell KR, Nokes RD, Cosby NL. Weak Hip Strength Increases Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Tasks of Collegiate Female Athletes. *J.Sport. Rehabil.* .2021:1-4.
  32. Cashman GE. The Effect of Weak Hip Abductors or External Rotators on Knee Valgus Kinematics in Healthy Subjects: A Systematic Review. *J. Sport Rehabil.* 2012;21(3):273-84.
  33. Oliver, G., Portabella, F. & Hernandez, J.A. A comparative study of the neuromuscular response during a dynamic activity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 29, 633–638 (2019)
  34. Yotani K, Tamaki H, Yuki A, Kirimoto H, Kitada K, Ogita F,

- Takekura H. Response Training Shortens Visuo-Motor Related Time in Athletes. *Int. J. Sports Med.* 2011;32(08):586-90.
35. Pojskic H, Pagaduan J, Uzicanin E, Separovic V, Spasic M, Foretic N, Sekulic D. Reliability, Validity and Usefulness of a New Response Time Test for Agility-Based Sports: A Simple vs. Complex Motor Task. *J Sports Sci Med.* 2019;18(4):623-35.
36. Oliver G, Portabella F, Hernandez JA. A comparative study of the neuromuscular response during a dynamic activity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol .* 2018 ;29(3):633-8.