

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

GUILHERME AULER BRODT

**EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NO EQUILÍBRIO E NA MARCHA
DE SURDOS**

**PORTO ALEGRE
2019**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

GUILHERME AULER BRODT

**EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NO EQUILÍBRIO E NA MARCHA
DE SURDOS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência do Movimento Humano.

Prof. Orientador: Jefferson Fagundes Loss

PORTO ALEGRE

2019

Guilherme Auler Brodt

**EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NO EQUILÍBRIO E NA MARCHA
DE SURDOS**

Conceito final: Aprovado em dede.....

BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. - INSTITUIÇÃO

PROF. DR. - INSTITUIÇÃO

PROF. DR. - INSTITUIÇÃO

PROF. DR. - INSTITUIÇÃO

EPÍGRAFE

O grupo de pesquisa tem a finalidade de auxiliar as pessoas a alcançarem seus objetivos de vida.

Não importam as publicações e sim o quanto uma pesquisa faz diferença na vida do pesquisador.

JFL

RESUMO

Introdução: Dentre as tarefas motoras que podem ter seu desenvolvimento prejudicado devido à surdez estão o equilíbrio em ortostase e a marcha. O exercício é capaz de causar adaptações positivas ao organismo afetando tanto o equilíbrio quanto marcha. Não se tem certeza de que aspectos da marcha (espaço-temporais ou cinético-cinemáticos) ou de controle do equilíbrio (vestibulares, visuais ou proprioceptivos) são afetados pela prática de exercícios. **Objetivo:** Verificar os efeitos da prática de exercícios físicos e da capacidade auditiva na marcha e no equilíbrio. **Métodos:** 43 homens: 20 surdos (8 sedentários; 12 ativos) e 23 ouvintes (11 sedentários; 12 ativos) responderam os questionários: Confiança no Equilíbrio Específica para Atividade Física (ABC) e Escala Internacional de Eficácia de Quedas (FES-I). Tiverem a área do COP bipodal (aCOP-BIP) e unipodal (aCOP-UNI) durante ortostase e sob perturbações sensoriais (vestibular, proprioceptiva e visual) e tiveram as variáveis espaço-temporais e cinético-cinemáticas da marcha coletadas em laboratório instrumentado com duas plataformas de força e 7 câmeras infravermelho. ANOVAs de dois fatores: (I) atividade física (sedentários vs. ativos) e (II) capacidade auditiva (surdos vs. ouvintes) foram realizadas para comparar: FES-I, ABC, aCOP-UNI e aCOP-BIP em ortostase e sob perturbações, e variáveis espaço-temporais e cinético-cinemáticas da marcha. **Resultados:** ser praticante de atividade física não afeta FES-I, ABC e espaço-temporais da marcha. Ativos apresentam menor aCOP-UNI e maior plantiflexão na marcha. Surdos apresentam menor escore FES-I e ABC. Surdos apresentam menor velocidade, maior tempo de apoio, menor comprimento de passada, menor momento e potência articulares e maior extensão de joelhos na marcha. Surdos apresentam maior aCOP-UNI sob perturbação visual e vestibular. Surdos que praticavam exercício tem aCOP-UNI diminuído independente da perturbação e comprimento de passada, momento e potência de quadril aumentados. **Conclusão:** A surdez afeta negativamente a marcha e o equilíbrio, o ser praticante de exercício diminui esse efeito tanto na marcha quanto no equilíbrio.

Palavras-chave: equilíbrio, marcha, surdos, exercício, biomecânica.

ABSTRACT

Introduction: Deafness can interfere on motor tasks development such as gait and balance. Exercise can improve balance and gait, but it is not clear if exercises improve spatiotemporal parameters or kinetic-kinematic data for gait, or which balance control system (vestibular, visual or proprioceptive) **Objective:** To verify the effects of physical exercise and auditory capacity on gait and balance. **Methods:** 43 men: 20 deaf (8 sedentary, 12 active) and 23 hearing (11 sedentary, 12 active) answered the following questionnaires: Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC) and International Falls Efficiency Scale (FES-I). They had the COP area under bipodal (aCOP-BIP) and unipodal (aCOP-UNI) support and during orthostasis and under sensory disturbances (vestibular, proprioceptive and visual). They had the spatiotemporal and kinetic-kinematic variables of the gait collected in a laboratory instrumented with two force plates and 7 infrared cameras. Physical activity (sedentary versus active) and (II) hearing capacity (deaf vs. hearing) were performed to compare: FES-I, ABC, aCOP-UNI and aCOP-BIP in orthostasis and under sensory disturbances, space-time of the march and kinetic-kinematics of the march. **Results:** Physical activity don't affect FES-I, ABC and spatiotemporal parameters. Deaf group shown lower aCOP-UNI and greater plantarflexion ankle angle. Deaf people have lower FES-I and ABC scores. Deaf group present lower speed, longer support time, shorter stride length, lower joint moment and power, and greater knee angle during gait. Deaf group present higher aCOP-UNI under visual and vestibular sensory disturbances. Deaf people who practiced exercise had a decreased aCOP-UNI regardless the sensory disturbances and increased stride length, hip moment and hip power. **Conclusion:** Deafness negatively affects gait and balance, exercise decreases this effect in both gait and balance.

Key words: balance, gait, deaf, exercise, biomechanics.

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO À TESE.....	5
1. ARTIGO 1: EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NOS PARÂMETROS ESPAÇO TEMPORAIS DA MARCHA E CONFIANÇA NO EQUILÍBRIO DE SURDOS ADULTOS JOVENS.....	8
1.1. INTRODUÇÃO.....	10
1.2. MÉTODOS.....	11
1.2.1. Participantes.....	11
1.2.2. Coleta de dados.....	12
1.2.3. Análise de dados.....	13
1.3. RESULTADOS.....	13
1.4. DISCUSSÃO.....	16
1.5. CONCLUSÃO	19
1.6. REFERÊNCIAS DO ARTIGO 1	20
2. ARTIGO 2: PERFIL CINÉTICO E CINEMÁTICO DA MARCHA DE SURDOS ADULTOS JOVENS ATIVOS E SEDENTÁRIOS	23
2.1. INTRODUÇÃO.....	25
2.2. MÉTODOS.....	26
2.2.1. Participantes.....	26
2.2.2. Coleta de dados.....	27
2.2.3. Análise de dados.....	27
2.3. RESULTADOS	28
2.4. DISCUSSÃO.....	32
2.5. CONCLUSÃO	35
2.6. REFERÊNCIAS DO ARTIGO 2	36

3. ARTIGO 3: EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NO MEDO DE CAIR E EQUILÍBRIO ESTÁTICO SOB DIFERENTES PERTURBAÇÕES SENSORIAIS EM SURDOS ADULTOS JOVENS.....	39
3.1. INTRODUÇÃO.....	41
3.2. MÉTODOS.....	42
3.2.1. Participantes.....	42
3.2.2. Coleta de dados.....	44
3.2.3. Análise de dados.....	45
3.3. RESULTADOS.....	45
3.4. DISCUSSÃO.....	49
3.5. CONCLUSÃO.....	52
3.6. REFERÊNCIAS DO ARTIGO 3.....	54
II. CONCLUSÃO.....	59
III. Perspectivas futuras da tese.....	61
IV. REFERÊNCIAS.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1: Caracterização da amostra. Apresentada pelos fatores da ANOVA (atividade física e capacidade auditiva) e pelos subgrupos em cada fator.	12
Tabela 1-2: Resultados de efeito principal dos fatores atividade física e capacidade auditiva no questionário escala de confiança no equilíbrio específica para atividade física (ABC) e variáveis espaço temporais da marcha.....	14
Tabela 1-3: Resultados da ANOVA para as interações entre os fatores capacidade auditiva e atividade física para as respostas do questionário escala de confiança no equilíbrio específica para atividade física (ECE) e variáveis espaço temporais da marcha.	15
Tabela 1-4: Resultados dos desdobramentos das interações entre os fatores atividade física e capacidade auditiva encontradas na ANOVA para o comprimento de passada.	15
Tabela 1-5: Resultados das correlações bivariadas entre ABC (ρ de Pearson) e as variáveis espaço temporais da marcha. A primeira coluna indica as correlações entre todos os voluntários, independente da condição auditiva ou atividade física.....	16
Tabela 2-1: Caracterização da amostra. Apresentada pelos fatores da ANOVA (atividade física e capacidade auditiva e pelos subgrupos em cada fator.	27
Tabela 2-2: Resultados do efeito principal da ANOVA para o fator atividade física nas variáveis cinéticas e cinemáticas.....	29
Tabela 2-3: Resultados do efeito principal da ANOVA para o fator capacidade auditiva nas variáveis cinéticas e cinemáticas.....	30
Tabela 2-4: Resultados das interações entre os fatores capacidade auditiva e atividade física da ANOVA para as variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha. .	31
Tabela 2-5: Resultados dos desdobramentos das interações entre os fatores atividade física e capacidade auditiva encontradas na ANOVA para as variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha	32
Tabela 3-1: Caracterização da amostra. Apresentada pelos fatores da ANOVA (atividade física e capacidade auditiva e pelos subgrupos em cada fator.	43

Tabela 3-2: Estatística descritiva dos efeitos principais para os fatores atividade física e capacidade auditiva no questionário de escala de eficácia de quedas internacional (FES-I).....	46
Tabela 3-3: Tabela Resultados de efeito principal da ANOVA para os fatores capacidade auditiva e atividade física nas variáveis de equilíbrio em apoio unipodal e bipodal.....	46
Tabela 3-4: Resultados dos desdobramentos das interações entre os fatores atividade física e capacidade auditiva encontradas na ANOVA para a variável área do COP em apoio unipodal, independentemente da situação de perturbação.	47
Tabela 3-5: Resultados da ANOVA para as interações entre o fator perturbação sensorial e os fatores capacidade auditiva e atividade física.....	47
Tabela 3-6: Resultados dos desdobramentos das interações entre os fatores situação de perturbação e capacidade auditiva encontradas na ANOVA para a variável área do COP em apoio unipodal (aCOP-UNI) e apoio bipodal (aCOP-BIP), independentemente da prática de atividade física.....	48
Tabela 3-7: Resultados das correlações bivariadas entre FES-I (τ de Kendal) e as situações de avaliação do COP nos quatro grupos estudados.....	48

I. INTRODUÇÃO À TESE

Todos os potenciais benéficos da prática de exercício físico ao nosso organismo ainda não estão completamente compreendidos pela ciência. Nas últimas décadas o exercício físico tem sido recomendado como principal ferramenta para a prevenção e tratamento da grande maioria das doenças crônicas que afligem nosso organismo devido às adaptações favoráveis que causa (Booth, Roberts e Laye, 2012; Pedersen e Saltin, 2015). Além de seus efeitos benéficos na intervenção de doenças crônicas, a prática de exercício físico tem se mostrado eficaz na melhoria da qualidade de vida e da funcionalidade de pessoas com deficiências físicas e sensoriais (Rimmer, Braddock e Pitetti, 1996; Patel e Greydanus, 2010).

Apesar de vários dos mecanismos biológicos que causam tais adaptações já serem compreendidos em si e apresentados na literatura, sua origem em nosso organismo ainda é motivo de discussão. Autores recentemente têm sugerido que possivelmente nossa forma e capacidade de caminhar por longas distâncias (Bramble e Lieberman, 2004; Rubenson *et al.*, 2007; Mattson, 2012; Schulkin, 2016) e nossa diferenciação encefálica para controle do equilíbrio (Ahlskog *et al.*, 2011; Raichlen e Polk, 2013; Raichlen e Alexander, 2017) permitiram aos seres humanos evoluírem em seres sociais que hoje vivem em comunidades de alta complexidade.

Em meio a essa sociedade de alta complexidade, surge o que hoje é considerada uma subcultura de pessoas, formada por uma comunidade de pessoas com identidade e língua próprias, valores intrínsecos e manifestação cultural particulares, e que, apesar de não apresentarem a capacidade sensorial de audição, não se consideram doentes ou deficientes, apenas diferentes ou singulares; os surdos (Miziara *et al.*, 2012). Esta comunidade possui uma cultura de prática esportiva própria; com competições, eventos e instituições exclusivos para surdos que incentivam a participação e modalidades esportivas pois reconhecem os benefícios que adaptações biológicas positivas que o exercício causa ao nosso organismo (Palmer e Weber, 2006; Patel e Greydanus, 2010).

Dentre todas as adaptações biológicas que ocorrem em nosso organismo que podem ser benéficas a esta comunidade está o desempenho de marcha e o desempenho de equilíbrio. Uma vez que, o sistema vestibular e a cóclea são órgãos

anatomicamente próximos, possuem mesma inervação, e podem ser suscetíveis aos mesmos agentes nocivos, é razoável presumir que pessoas surdas possam apresentar problemas vestibulares concomitantes à perda auditiva (Suarez *et al.*, 2007; Cushing *et al.*, 2008; Gheysen, Loots e Van Waelvelde, 2008; Azevedo e Samelli, 2009; Melo *et al.*, 2012), como equilíbrio e desenvolvimento de tarefas motoras (Rine *et al.*, 2000; Quittner, Leibach e Marciel, 2004). Os sistemas visual, proprioceptivo e vestibular são as principais vias contribuintes para o sistema de controle postural (Peterka, 2002) e a perda auditiva parece levar a alterações nas informações sensoriais provenientes do sistema vestibular o que pode favorecer a presença de alterações de equilíbrio, na marcha. Estudos tem apresentado diminuição na capacidade de equilíbrios de indivíduos com perda auditiva, mesmo quando esta perda auditiva se dá após a idade adulta (Suarez *et al.*, 2007; Viljanen *et al.*, 2009). Além do equilíbrio estático, tarefas cotidianas como a marcha também podem ser afetadas pela perda auditiva (Melo *et al.*, 2012).

No entanto o que está pouco claro, é se indivíduos adultos surdos que praticam exercícios físicos possuem capacidade de equilíbrio ou marcha próxima a de indivíduos ouvintes. Frente a este contexto, surge o problema de pesquisa da presente tese: quais os efeitos da prática de exercícios físicos na marcha e no equilíbrio de surdos? Sendo assim, verificar a influência da prática de exercícios físicos no papel de cada sistema de controle de equilíbrio e na marcha de surdos foi o objetivo do presente trabalho. Os desdobramentos desta questão de pesquisa estão apresentados nos três artigos a seguir, elaborados durante o processo de doutoramento:

Artigo 1: Efeitos da prática de exercícios físicos nos parâmetros espaço-temporais da marcha e na confiança no equilíbrio de surdos adultos jovens.

Artigo 2: Perfil cinético e cinemático da marcha de surdos adultos jovens ativos e sedentários.

Artigo 3: Efeitos da prática de exercícios físicos no medo de cair e no equilíbrio estático sob diferentes perturbações sensoriais em surdos adultos jovens.

Os três artigos estão adequados às normas de submissão da revista científica *Gait and Posture*, à qual serão submetidos posteriormente à apreciação dos professores convidados para a banca de doutoramento. A seguir, será apresentado o item **III – Conclusão e Perspectivas Futuras da Tese**, no qual será exposto de maneira global: o entendimento final da tese baseado nos resultados dos três artigos elaborados, as perspectivas de estudos futuros baseados em dados ainda não analisados e novas pesquisas em desenvolvimento.

1. ARTIGO 1: EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NOS PARÂMETROS ESPAÇO TEMPORAIS DA MARCHA E CONFIANÇA NO EQUILÍBRIO DE SURDOS ADULTOS JOVENS

RESUMO

Justificativa: Uma das tarefas motoras que são desenvolvidas desde a infância, que necessitam de boa capacidade de controle do equilíbrio e integração adequada entre os sistemas sensoriais é a marcha. A perda auditiva pode afetar a marcha, no entanto, não está claro se a prática regular de atividades físicas pode auxiliar na execução dessa tarefa motora complexa de surdos jovens

Questão de pesquisa: Investigar o efeito da atividade física e da capacidade auditiva nos parâmetros espaço temporais da marcha de adultos jovens.

Métodos: 43 homens adultos jovens: 20 surdos (8 sedentários; 12 fisicamente ativos) e 23 ouvintes (11 sedentários; 12 fisicamente ativos) responderam o questionário Confiança no Equilíbrio Específica para Atividade Física (ABC) e tiveram as variáveis espaço-temporais da marcha coletadas em laboratório instrumentado com duas plataformas de força e sete câmeras infravermelho. Foi realizada uma ANOVA de dois fatores, sendo o primeiro fator capacidade auditiva (dois níveis: surdos e ouvintes) e o segundo fator atividade física (dois níveis: ativos e sedentários) para cada variável dependente espaço temporal da marcha e para a ABC.

Resultados: Ser praticante de atividade física não afeta a confiança no equilíbrio ou as variáveis espaço-temporais da marcha. Surdos apresentam menor confiança no equilíbrio que ouvintes. Surdos apresentam menor velocidade, maior tempo de apoio duplo menor comprimento de passada e despregue mais tardio que ouvintes. O comprimento de passada de surdos sedentários é menor que de ouvintes sedentários, já surdos fisicamente ativos apresentam o mesmo comprimento de passada que ouvintes.

Relevância: Nossos resultados sugerem que surdos são mais sensíveis à exposição ao exercício que ouvintes e que ser praticante de exercícios a longo prazo pode acarretar em benefícios motores importantes e perceptíveis na marcha.

Palavras-chave: espaço-temporais, marcha, surdos, exercício, biomecânica.

1 **EFFECTS OF HEARING LOSS AND PHYSICAL EXERCISES IN SPATIOTEMPORAL GAIT**
2 **PARAMETERS OF YOUNG ADULTS**

3
4 **ABSTRACT**

5
6 **Background:** Gait is a motor tasks that are developed since childhood, which need good ability
7 to control balance and need a proper sensory systems integration. Hearing loss may affect gait.
8 However, it is unclear whether regular physical activity can improve the performance of this
9 complex motor task of young adults deaf.

10 **Research question:** Investigate the effect of physical activity and hearing loss on
11 spatiotemporal parameters of young adults' gait.

12 **Methods:** 43 young adult men: 20 deaf (8 sedentary, 12 physically active) and 23 hearing (11
13 sedentary, 12 physically active) answered the Confidence in Specific Balance for Physical
14 Activity questionnaire (ABC) and had spatiotemporal gait variables collected in an
15 instrumented laboratory with two force plates and seven infrared cameras. A two-way ANOVA
16 was performed, the first factor being auditory capacity (two levels: deaf and hearing) and the
17 second physical activity factor (two levels: active and sedentary) for each time-dependent gait
18 variable and ABC.

19 **Results:** Being a physical active does not affect confidence in the balance or the spatiotemporal
20 gait variables. Deaf people have less confidence in the balance than hearing group. Deaf present
21 slower gait speed, longer support time, shorter stride length, and later foot off release than
22 listeners. Sedentary deaf people shows smaller stride length than sedentary listeners. Active
23 deaf present the same stride length than the hearing group.

24 **Relevance:** Our results suggest that deaf people are more sensitive to exercise exposure than
25 the hearing group and that long term exercising can lead to significant gait improvements.
26

27 **Keywords:** spatiotemporal, gait, deaf, exercise, biomechanics.
28

1

2 **EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NOS PARÂMETROS ESPAÇO TEMPORAIS**

3 **DA MARCHA E CONFIANÇA NO EQUILÍBRIO DE SURDOS ADULTOS JOVENS**

4 1.1. INTRODUÇÃO

5 A perda da capacidade auditiva pode prejudicar o desenvolvimento motor e o
6 desempenho de tarefas motoras que exijam tanto a capacidade de controle do equilíbrio
7 dinâmico e quanto o estático (Fotiadou *et al.*, 2002; Weaver, Shayman e Hullar, 2017). Estas
8 disfunções do controle do equilíbrio podem causar transtornos ao cotidiano da pessoa surda e
9 problemas durante a realização de atividades de vida diária. Um dos sistemas essenciais para o
10 controle do equilíbrio é o sistema vestibular. Algumas das razões apresentadas na literatura
11 para os déficits associados entre o sistema auditivo e vestibular são o mesmo desenvolvimento
12 embrionário do labirinto e cóclea (Wolter *et al.*, 2016), a sua proximidade anatômica e funcional
13 (Rine *et al.*, 2000; Zhou *et al.*, 2009), e o processo de perda de função associada que os dois
14 sistemas apresentam (Zuniga *et al.*, 2012; Xu *et al.*, 2016). Além das questões sensoriais, sugere-
15 se que devido a questões mais subjetivas e de contexto social como dificuldades de inserção
16 cultural, medo e menor autoconfiança, surdos são menos incluídos em atividades físicas
17 desafiadoras na comunidade desde a infância e acabam por sofrer com menor desenvolvimento
18 de habilidades motoras (Fotiadou *et al.*, 2002; Majlesi *et al.*, 2014; Karademir, 2015; Melo,
19 2017).

20 Uma das tarefas motoras que são desenvolvidas desde a infância, que necessitam de boa
21 capacidade de controle do equilíbrio e integração adequada entre os sistemas sensoriais é a
22 marcha. No entanto, não está claro se a prática regular de atividades físicas pode efetivamente
23 auxiliar na execução de tarefas motoras dinâmicas complexas como a marcha (Niang e
24 Mcfadyen, 2005; Barbieri *et al.*, 2013) em especial em surdos adultos jovens, uma vez que
25 literatura tem apresentado em maior volume resultados de avaliação da performance da
26 marcha principalmente para crianças (Uysal *et al.*, 2010; Melo, 2017) e para idosos (Hallemans
27 *et al.*, 2017; Weaver, Shayman e Hullar, 2017). Para se ter um melhor entendimento se
28 realmente possíveis alterações na marcha estão relacionadas com a atividade física ou com a
29 capacidade auditiva, é importante também verificar questões subjetivas como a confiança no
30 próprio equilíbrio que podem ser capazes de alterar o comportamento motor individual
31 (Kalron e Achiron, 2014).

1 Frente a essa lacuna na literatura, a relevância de compreender os efeitos da surdez após
2 o pleno desenvolvimento e antes dos efeitos deletérios do envelhecimento se sobressai, nos
3 levando a formular o objetivo principal do presente estudo: investigar o efeito da atividade
4 física e da capacidade auditiva nos parâmetros espaço temporais da marcha de adultos jovens
5 e verificar se há relação destes parâmetros com a confiança no equilíbrio destes indivíduos. Nós
6 hipotetizamos que devido ao menor desempenho de equilíbrio e função vestibular, surdos
7 apresentarão menor velocidade de marcha, menor comprimento e menor largura de passada
8 que ouvintes, e que o exercício terá efeito de aproximar estes parâmetros aos parâmetros
9 apresentados pelos seus pares ouvintes. Além disso nós acreditamos que esses mesmos
10 parâmetros citados anteriormente terão correlação com o medo de cair e com a confiança no
11 equilíbrio.

12 1.2. MÉTODOS

13 1.2.1. Participantes

14 A partir de um cálculo amostral para a família de testes F utilizando; tamanho de efeito
15 de 0,25, probabilidade de erro alfa de 0,05 e poder estatístico de 0,9, obteve-se um tamanho
16 amostral total de 40 indivíduos. Contando com perda amostral de 5%, 43 voluntários do sexo
17 masculino participaram do presente estudo. Divididos em dois fatores (capacidade auditiva e
18 atividade física) e quatro subgrupos (ouvintes ativos, ouvintes sedentários, surdos ativos,
19 surdos sedentários). Sendo 20 surdos profundos (4 com histórico de utilização de aparelho de
20 amplificação sonora individual) destes 8 sedentários e 12 fisicamente ativos e 23 ouvintes,
21 destes 11 sedentários e 12 fisicamente ativos. Pareados por idade, estatura e massa, sem
22 diferenças significativas entre os grupos para idade (atividade física: $p=0,229$; condição
23 auditiva: $p=0,119$), peso (atividade física: $p=0,345$; condição auditiva: $p=0,979$) e estatura
24 (atividade física: $p=0,169$; condição auditiva: $p=0,261$). A caracterização das variáveis
25 antropométricas da amostra se encontra na tabela 1-1. O grupo de surdos foi composto apenas
26 por voluntários com surdez profunda autodeclarada com histórico de diagnóstico de perda
27 auditiva superior à 70 dB. Não foi determinada a etiologia da perda auditiva. Foram excluídos
28 deste estudo indivíduos que apresentassem condições ou limitações neuromusculares ou
29 musculoesqueléticas de qualquer tipo. Foram considerados fisicamente ativos aqueles
30 indivíduos que praticassem exercícios físicos orientados por 150 minutos de atividade

1 moderada ou intensa por semana (Oms, 2015) distribuídos em ao menos duas sessões
 2 semanais nos últimos seis meses, verificado por meio de questionário (Guedes, Lopes e
 3 Guedes, 2005). Quando surdos eram coletados sempre havia um interprete fluente em Língua
 4 Brasileira de Sinais (LIBRAS) no local de avaliação para orientação do protocolo e
 5 esclarecimentos. O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética local. Todos os
 6 participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Tabela 1-1: Caracterização da amostra. Apresentada pelos fatores da ANOVA (atividade física e capacidade auditiva) e pelos subgrupos em cada fator.

	Fatores				Subgrupos			
	Condição auditiva		Atividade física		Ouvintes ativos (N=12)	Ouvintes sedentários (N=11)	Surdos ativos (N=12)	Surdos sedentários (N=8)
	Ouvintes (N=23)	Surdos (N=20)	Ativos (N=24)	Sedentários (N=19)				
	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)
Idade (anos)	23,9 (±3,6)	25,8 (±3,8)	24,1 (±3,7)	25,4 (±3,8)	23,2 (±3,0)	24,6 (±4,1)	25,1 (±4,3)	27,0 (±2,9)
Massa (kg)	77 (±16)	76 (±19)	75 (±14)	79 (±20)	77 (±15)	77 (±17)	71 (±12)	83 (±27)
Estatura (cm)	177 (±7)	175 (±6)	175 (±6)	178 (±7)	176 (±6)	179 (±7)	173 (±5)	176 (±8)

N: número amostral. DP: desvio padrão

8

9 1.2.2. Coleta de dados

10 Para avaliação do nível de confiança no próprio equilíbrio foi utilizada a Escala de
 11 Confiança no Equilíbrio Específica para Atividade Física (ABC) (Powell e Myers, 1995). A ABC é
 12 composto por 16 questões e mede o nível de confiança na realização de uma tarefa específica
 13 sem perder o equilíbrio ou ficar instável de 0 a 100% (sem confiança a totalmente confiante)
 14 (Marques *et al.*, 2013). Não foram encontrados na literatura questionários já utilizados para
 15 avaliação da confiança no próprio equilíbrio especificamente de surdos, por este motivo um
 16 interprete em LIBRAS auxiliou todos os surdos na resposta aos questionários. O resultado do
 17 ABC foi adotado como variável dependente.

18 Primeiramente, massa (balança Geratherm 100g) e estatura (estadiômetro Cauduro
 19 Ltda. Modelo BB) foram mensurados em seguida os parâmetros espaço-temporais da marcha
 20 foram adquiridos utilizado um sistema de cinematria de 7 câmeras (VICON MX systems, Oxford
 21 Metrics Group, UK) com taxa de amostragem de 100Hz e duas plataformas de força (50.8 cm ×
 22 46.4 cm, OR6-7-1000, AMTI, USA) com taxa de amostragem de 1000Hz. Para familiarização, foi

1 solicitado que os voluntários caminhassem em velocidade confortável em um percurso de
2 semicírculo com o trecho de reta de 12 m de comprimento (diâmetro do semicírculo). Foram
3 fixados marcadores conforme recomendado pelo modelo *standard PlugIn Gait model* (Vicon
4 Motion Systems, Oxford, United Kingdom) utilizado em estudos prévios (McClelland *et al.*, 2010;
5 Dixon, Böhm e Döderlein, 2012). Oito ciclos completos foram coletados bilateralmente.

6 **1.2.3. Análise de dados**

7 Foram selecionados como variáveis dependentes deste estudo, as respostas do ABC) e
8 os parâmetros espaço temporais de saída do software *Vicon Nexus* (Vicon, Oxford, UK):
9 velocidade da marcha, cadência, tempo de apoio duplo, tempo de apoio simples, largura do
10 passo, tempo do passo, comprimento da passada, tempo da passada, percentual do ciclo em que
11 ocorre o despregue e percentual do ciclo da marcha em que ocorre o contato do pé oposto.

12 Foram realizadas múltiplas ANOVAs de dois fatores, sendo o primeiro fator capacidade
13 auditiva (dois níveis: surdos e ouvintes) e o segundo fator atividade física (dois níveis: ativos e
14 sedentários), para cada variável dependente (ABC e os parâmetros espaço temporais). Efeitos
15 principais e interações entre os fatores foram verificados no software IBM SPSS Statistics (22.0
16 for Windows), onde valor de alfa adotado foi $\alpha < 0,05$. Para avaliar se existe correlação entre os
17 questionários e os parâmetros espaço-temporais da marcha foram calculados o coeficiente de
18 correlação ρ de Pearson (ABC vs, variáveis espaço temporais).

19 Os resultados são apresentados em tabelas com média e desvio padrão de cada variável
20 dependente (ABC e os parâmetros espaço temporais) para todos os efeitos principais e para as
21 interações quando ocorreram. São apresentados os resultados de índice de significância (p),
22 estatística F, tamanho de efeito (η^2) e poder estatístico ($1-\beta$) da ANOVA para cada teste
23 realizado

24 **1.3. RESULTADOS**

25 Não foi encontrado efeito principal do fator atividade física nas respostas do ABC ou nas
26 variáveis espaço temporais da marcha, indicando que a atividade física não parece exercer
27 influência na confiança no equilíbrio e nas variáveis espaço-temporais da marcha de surdos e
28 ouvintes. Já a capacidade auditiva parece afetar o medo de cair e alguns parâmetros espaço-
29 temporais da marcha, pois os surdos apresentaram menor confiança no equilíbrio além de

1 menor velocidade da marcha, maior tempo de apoio duplo, menor comprimento da passada e
 2 despregue mais tardi (tabela 1-2).

3

Tabela 1-2: Resultados de efeito principal dos fatores **atividade física e capacidade auditiva** no questionário escala de confiança no equilíbrio específica para atividade física (ABC) e variáveis espaço temporais da marcha.

Questionários	Ativos Sedentários		Sig. (<i>F; η²; 1-β</i>)	Ouvintes Surdos		Sig. (<i>F; η²; 1-β</i>)
	Média (±DP)	Média (±DP)		Média (±DP)	Média (±DP)	
Confiança no equilíbrio (ABC)	94,5 (±5,5)	94,0 (±4,2)	0,749 (0,105; 0,003; 0,939)	95,8 (±2,9)	91,9 (±6,4)	0,028* (5,301; 0,150; 0,394)
Variáveis espaço temporais						
Velocidade da Marcha (m/s)	1,19 (±0,12)	1,17 (±0,17)	0,283 (1,186; 0,030; 0,814)	1,23 (±0,13)	1,13 (±0,14)	0,007* (8,138; 0,176; 0,206)
Cadência (passos/min)	109 (±7,15)	108 (±4,95)	0,585 (0,303; 0,008; 0,916)	109 (±5,55)	108 (±7,07)	0,692 (0,160; 0,004; 0,932)
Tempo de apoio duplo (s)	0,22 (±0,06)	0,24 (±0,06)	0,174 (1,916; 0,048; 0,729)	0,21 (±0,06)	0,25 (±0,06)	0,039* (4,567; 0,107; 0,451)
Tempo de apoio simples (s)	0,44 (±0,03)	0,44 (±0,03)	0,661 (0,076; 0,002; 0,942)	0,44 (±0,03)	0,44 (±0,03)	0,947 (0,005; 0,000; 0,950)
Largura do passo (m)	0,17 (±0,04)	0,16 (±0,02)	0,784 (0,559; 0,015; 0,887)	0,17 (±0,03)	0,16 (±0,04)	0,905 (0,015; 0,000; 0,948)
Tempo do passo (s)	0,55 (±0,04)	0,56 (±0,03)	0,459 (0,035; 0,001; 0,946)	0,55 (±0,03)	0,56 (±0,04)	0,426 (0,649; 0,017; 0,877)
Comprimento da passada (m)	1,29 (±0,07)	1,32 (±0,16)	0,852 (0,379; 0,010; 0,908)	1,36 (±0,11)	1,24 (±0,09)	0,000* (16,384; 0,301; 0,024)
Tempo da passada (s)	1,10 (±0,07)	1,11 (±0,05)	0,542 (0,786; 0,020; 0,861)	1,10 (±0,06)	1,11 (±0,07)	0,586 (0,302; 0,008; 0,917)
Despregue (% do ciclo)	60,1 (±1,70)	60,4 (±2,35)	0,381 (0,025; 0,001; 0,947)	59,7 (±1,81)	60,9 (±1,99)	0,021* (5,840; 0,133; 0,346)
Contato do pé oposto (% do ciclo)	50,0 (±0,24)	49,9 (±0,18)	0,876 (0,076; 0,002; 0,942)	50,0 (±0,21)	49,9 (±0,22)	0,374 (0,809; 0,021; 0,858)

* indica a comparação em que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA – DP; desvio padrão.

4

5 Apenas a variável comprimento da passada apresentou interação significativa entre os
 6 fatores da ANOVA capacidade auditiva e a atividade física (tabela 1-3). Onde comprimento da
 7 passada foi menor em surdos sedentários do que em ouvintes sedentários, enquanto que não
 8 houve diferenças entre os surdos ativos e os ouvintes ativos. Ouvintes ativos apresentaram o
 9 mesmo comprimento de passada que ouvintes sedentários, assim como surdos ativos e
 10 ouvintes ativos (tabela 1-4). As demais variáveis espaço temporais e o questionário não
 11 apresentaram interação significativa (tabela 1-3Tabela 1-3).

12

Tabela 1-3: Resultados da ANOVA para as **interações** entre os fatores **capacidade auditiva** e **atividade física** para as respostas do questionário escala de confiança no equilíbrio específica para atividade física (ECE) e variáveis espaço temporais da marcha.

Questionários	Interação Atividade física vs. Capacidade auditiva	
	Sig. na interação (<i>F; η^2; 1-β</i>)	
Escala de eficácia de quedas	0,800 (0,65; 0,002; 0,943)	
Variável espaço temporais		
Velocidade da Marcha (m/s)	0,093 (2,972; 0,073; 0,610)	
Cadência (passo/min)	0,578 (0,314; 0,008; 0,915)	
Tempo de apoio duplo (s)	0,459 (0,619; 0,016; 0,880)	
Tempo de apoio simples (s)	0,965 (0,018; 0,000; 0,948)	
Largura do passo (m)	0,250 (1,426; 0,036; 0,786)	
Tempo do passo (s)	0,658 (0,173; 0,005; 0,931)	
Comprimento da passada (m)	0,045* (4,461; 0,105; 0,461)	
Tempo da passada (s)	0,641 (0,196; 0,005; 0,928)	
Despreque (% do ciclo)	0,319 (1,156; 0,030; 0,818)	
Contato do pé oposto (% do ciclo)	0,280 (1,335; 0,034; 0,797)	

* indica a comparação em que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA.

1

Tabela 1-4: Resultados dos desdobramentos das interações entre os fatores atividade física e capacidade auditiva encontradas na ANOVA para o comprimento de passada.

	Estatística descritiva entre os Subgrupos				Resultados da ANOVA			
	Ouv. Ativ.	Ouv. Sed.	Surdo Ativ.	Surdo Sed.	Ativos Ouv. vs. Sur.	Sed. Ouv. vs. Sur	Ouvinte Ativ. vs. Sed	Surdo Ativ. vs. Sed
	Média (\pm DP)	Média (\pm DP)	Média (\pm DP)	Média (\pm DP)	Sig. (<i>F; η^2; 1-β</i>)	Sig. (<i>F; η^2; 1-β</i>)	Sig. (<i>F; η^2; 1-β</i>)	Sig. (<i>F; η^2; 1-β</i>)
Comprimento da passada	1,32 (\pm 0,08)	1,40 (\pm 0,12)	1,26 (\pm 0,04)	1,20 (\pm 0,14)	0,148 (1,533; 0,039; 0,774)	0,000* (16,077; 0,297; 0,026)	0,105 (3,568; 0,086; 0,547)	0,207 (1,783; 0,045; 0,744)

*indica a comparação em que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA – DP; desvio padrão. Sur.: surdos. Ouv.: ouvintes. Ativ.: fisicamente ativos. Sed.: sedentários

2

3

4

5

Houve correlação inversa, significativa e moderada entre o ABC e o comprimento da passada e a velocidade da marcha para os indivíduos surdos, indicando que quanto maior a confiança menor o comprimento de passada e menor a velocidade da marcha; e entre o ABC e

1 o despregue passada para os indivíduos Ouvintes, indicando que quanto maior a confiança mais
 2 tardio ocorre o despregue (tabela 1-5).

3

Tabela 1-5: Resultados das correlações bivariadas entre ABC (ρ de Pearson) e as variáveis espaço temporais da marcha. A primeira coluna indica as correlações entre todos os voluntários, independente da condição auditiva ou atividade física.

ABC					
	ρ (sig.)	Ouvinte ρ (sig.)	Surdo ρ (sig.)	Ativo ρ (sig.)	Sedentário ρ (sig.)
Velocidade da Marcha	-0,131 (0,462)	-0,115 (0,619)	-0,742 (0,004*)	-0,230 (0,343)	-0,016 (0,954)
Cadência	-0,237 (0,177)	-0,153 (0,509)	-0,535 (0,06)	-0,341 (0,152)	0,070 (0,803)
Tempo de apoio duplo	0,252 (0,151)	0,347 (0,124)	0,441 (0,132)	0,159 (0,516)	0,397 (0,142)
Tempo de apoio simples	-0,018 (0,92)	-0,152 (0,51)	0,149 (0,627)	0,289 (0,23)	-0,508 (0,053)
Largura do passo	0,279 (0,11)	0,325 (0,151)	0,196 (0,521)	0,314 (0,191)	0,176 (0,531)
Tempo do passo	0,236 (0,18)	0,234 (0,306)	0,529 (0,063)	0,335 (0,161)	-0,065 (0,817)
Comprimento da passada	-0,036 (0,841)	-0,010 (0,966)	-0,650 (0,016*)	-0,036 (0,883)	-0,023 (0,935)
Tempo da passada	0,242 (0,168)	0,188 (0,413)	0,529 (0,063)	0,350 (0,142)	-0,082 (0,773)
Despregue	0,259 (0,14)	0,450 (0,041*)	0,448 (0,125)	0,173 (0,479)	0,395 (0,145)
Contato do pé oposto	0,014 (0,936)	0,051 (0,825)	-0,113 (0,714)	0,077 (0,754)	-0,123 (0,662)

4 * indica correlação significativas – sig; indica o valor de p . encontrado.

5

6 1.4. DISCUSSÃO

7 Este estudo foi realizado com a finalidade principal de investigar o efeito da atividade
 8 física e do sedentarismo nos parâmetros espaço temporais de surdos e ouvintes. No início do
 9 estudo, nossa hipótese era que surdos apresentariam menor velocidade de marcha, menor
 10 comprimento e menor largura de passada que ouvintes. Essa hipótese foi parcialmente
 11 confirmada, uma vez que surdos apresentaram menor velocidade da marcha e comprimento da
 12 passada, maior tempo de apoio duplo e maior fase de apoio, sem apresentar diferenças na
 13 largura do passo. Foi formulada também a hipótese de que a atividade física aproximaria as
 14 variáveis espaço temporais de surdos aos valores apresentados pelos pares ouvintes, hipótese
 15 que foi confirmada apenas para o comprimento de passada frente a ausência de diferença entre

1 surdos e ouvintes ativos e menor comprimento em surdos sedentários comparados a ouvintes
2 sedentários A terceira hipótese do presente estudo foi que os parâmetros espaço-temporais
3 que apresentassem desempenho diferente em surdos seriam correlacionados com o medo de
4 cair e com o confiança no equilíbrio. A hipótese foi parcialmente confirmada uma vez que as
5 correlações com comprimento da passada e velocidade da marcha foram negativas e apenas
6 com confiança no equilíbrio. A duração da fase de apoio teve correlação positiva com a
7 confiança para ouvintes.

8 Não foi encontrado efeito principal da atividade física. Independentemente da condição
9 auditiva, sedentários e ativos apresentam o mesmo ABC, além de todas as variáveis espaço-
10 temporais da marcha. Apesar de que, em outros grupos da população como idosos a confiança
11 no equilíbrio autorreportada tende a diminuir com a prática de atividade física (Kendrick *et al.*,
12 2014), no nosso estudo, não houve diferenças entre ativos e sedentários quanto à confiança no
13 equilíbrio. Ainda não está claro qual o efeito da atividade física sobre as variáveis espaço
14 temporais de adultos jovens, uma vez que os nossos resultados concordam com Barbieri *et*
15 *al.* (2013) em que ativos e sedentários apresentaram mesmas variáveis espaço temporais
16 mesmo após protocolo de fadiga, mas discordam dos resultados de Niang e Mcfadyen (2005)
17 que encontrou diferenças na velocidade e comprimento do passo entre ativos e sedentários. A
18 grande diferença talvez esteja na definição de fisicamente ativo entre os estudos. No presente
19 estudo e no estudo de Barbieri *et al.* (2013) foram aceitos indivíduos que realizassem
20 atividades de intensidade moderada, já no estudo de Niang e Mcfadyen (2005) era necessário
21 que realizassem exercícios extenuantes três vezes por semana. Sugere-se a realização de
22 estudos que comparem as variáveis espaço temporais da marcha entre grupos com diferentes
23 níveis de intensidade do exercício cotidiano.

24 Quanto à condição auditiva, surdos são 0,1 m/s mais lentos, ficam 0,4 s mais tempo em
25 apoio duplo, tem uma passada 0,12 m menor e tem a fase de apoio 2% maior (despreque
26 atrasado) que ouvintes. Estes resultados concordam com estudos prévios que encontraram a
27 performance da marcha inferior em indivíduos com limitação auditiva (Uysal *et al.*, 2010;
28 Hallemans *et al.*, 2017; Melo, 2017; Weaver, Shayman e Hullar, 2017). Autores sugerem que
29 durante a infância surdos seriam menos expostos às situações de desenvolvimento motor e por
30 este motivo apresentariam menor desempenho de marcha (Uysal *et al.*, 2010; Melo, 2017). É
31 possível também que o mau desempenho seja devido à desordens de equilíbrio de origem
32 sensorial como o mal desenvolvimento do labirinto ou déficits do sistema vestibular devido às

1 limitações da cóclea em surdos (Zuniga *et al.*, 2012; Wolter *et al.*, 2016; Xu *et al.*, 2016). Existem
2 evidências também de que o sentido da audição possa favorecer os indivíduos na sua
3 localização espacial durante a marcha (Hallemans *et al.*, 2017; Weaver, Shayman e Hullar,
4 2017), o que pode favorecer o equilíbrio mesmo de indivíduos com audição normal (Zhong e
5 Yost, 2013; Gandemer *et al.*, 2017). Apesar de Melo (2017) ter apresentado melhoria do padrão
6 da marcha de surdos da infância para a adolescência, mostramos que algumas diferenças entre
7 surdos e ouvintes se mantêm na idade adulta.

8 Cabe salientar que, apesar do fator atividade física não alterar as variáveis espaço
9 temporais, a atividade física apresentou resultados distintos dependendo da condição auditiva.
10 Enquanto surdos sedentários apresentaram comprimento de passada menor que ouvintes
11 sedentários, surdos e ouvintes ativos apresentaram o mesmo comprimento de passada.
12 Concordando com estudos prévios (Fotiadou *et al.*, 2002; Walowska, Bolach e Bolach, 2018), o
13 exercício parece mostrar efeito nas habilidades motoras de surdos, no entanto esses estudos
14 não compararam esses efeitos também em ouvintes. Majlesi *et al.* (2014) verificaram o efeito
15 de 12 sessões de treino proprioceptivo na marcha de surdos e ouvintes, no entanto, sua
16 intervenção de curto prazo não causou efeitos na marcha em ambos os grupos. Os autores
17 sugerem que um maior tempo de intervenção ou tamanho amostral fosse necessário para que
18 efeitos fossem perceptíveis. Não encontramos estudos, transversais ou longitudinais, que
19 comparassem o efeito do exercício na marcha de surdos e ouvintes adultos jovens. Nossos
20 resultados sugerem que surdos são mais sensíveis à exposição ao exercício que ouvintes e que
21 ser praticante de exercícios a longo prazo pode acarretar em benefícios motores importantes e
22 perceptíveis na marcha.

23 Não foram encontradas correlações entre as variáveis espaço temporais e ABC ao avaliar
24 toda a amostra do presente estudo. Entretanto, ABC apresentou correlação negativa com
25 velocidade da marcha e comprimento da passada, mas apenas para surdos, sejam eles ativos ou
26 sedentários. ABC apresentou correlação positiva com o percentual do ciclo em que ocorre o
27 despregue apenas para ouvintes, ou seja, quanto menos confiantes menos duradoura é a fase
28 apoio. Esses achados vão de encontro ao apresentado por pessoas com outras patologias com
29 o mesmo questionário (Kalron e Achiron, 2014), no entanto sugerem que indivíduos menos
30 confiantes no seu equilíbrio ou com maior medo de cair utilizariam uma estratégia de reduzir
31 a duração do passo e aumentar a velocidade a fim de facilitar o controle corporal, o que parece
32 auxiliar no controle do equilíbrio durante a marcha (Barbieri *et al.*, 2013). Não encontramos

1 estudos que tenham aplicado ABC em surdos adultos jovens, no entanto cabe reforçar que
2 durante todas as avaliações um interprete de LIBRAS estava presente para facilitar a
3 compreensão dos questionários.

4 Até onde sabemos, este estudo foi um dos primeiros a avaliar a marcha de adultos
5 surdos, e verificar juntamente o efeito da prática de exercícios físicos nesta população, onde
6 toda a amostra estava pareada por idade, massa e estatura. É importante destacar que nós não
7 medimos função vestibular de nossos voluntários e não controlamos a etiologia da perda
8 auditiva. Além disso, outra limitação é que apesar de o objetivo do presente estudo ser verificar
9 o efeito do exercício físico inespecífico na marcha, não houve controle da intensidade do
10 exercício realizado por cada participante, o que pode interferir nos resultados. Sugere-se para
11 estudos futuros relacionar o desempenho da marcha com o desempenho vestibular, comparar
12 o desempenho da marcha entre surdos de diferentes etiologias, comparar o efeito diferentes
13 modalidades de exercício sobre o desempenho da marcha de surdos e verificar o desempenho
14 da marcha de ouvintes com privação do sentido da audição.

15 1.5. CONCLUSÃO

16 Indivíduos surdos têm menor confiança no equilíbrio que ouvintes. No que se refere a
17 marcha, surdos são mais lentos, ficam mais tempo em apoio duplo, tem uma passada menor e
18 tem a fase de apoio maior que ouvintes. A prática de exercícios físicos parece atenuar as
19 diferenças do comprimento de passada entre surdos e ouvintes. Indivíduos fisicamente ativos
20 que responderam ser mais confiantes apresentaram maior largura do passo. Clínicos e
21 profissionais do movimento devem estar atentos ao incentivo à prática de exercícios para
22 surdos, uma vez que essa pode alterar variáveis espaço temporais da marcha de maneira
23 positiva.

24

25

1 1.6. REFERÊNCIAS DO ARTIGO 1

2 Barbieri, F. A.; Dos Santos, P. C. R.; Vitório, R.; Van Dieën, J. H.; Gobbi, L. T. B. Effect of muscle
3 fatigue and physical activity level in motor control of the gait of young adults. **Gait and Posture**,
4 v. 38, n. 4, p. 702-707, 2013.

5
6 Camargos, F. F. O.; Dias, R. C.; Dias, J. M. D.; Freire, M. T. F. Cross-cultural adaptation and
7 evaluation of the psychometric properties of the Falls Efficacy Scale - International Among
8 Elderly Brazilians (FES-I-BRAZIL). **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 14, p. 237-243,
9 2010.

10
11 Dixon, P. C.; Böhm, H.; Döderlein, L. Ankle and midfoot kinetics during normal gait: A multi-
12 segment approach. **Journal of Biomechanics**, v. 45, n. 6, p. 1011-1016, 2012.

13
14 Fotiadou, E.; Giagazoglou, P.; Kokaridas, D.; Angelopoulou, N.; Tsimaras, V.; Tsorbatzoudis, C.
15 Effect of rhythmic gymnastics on the dynamic balance of children with deafness. **European**
16 **Journal of Special Needs Education**, v. 17, n. 3, p. 301-309, 2002.

17
18 Gandemer, L.; Parseihian, G.; Kronland-Martinet, R.; Bourdin, C. Spatial cues provided by sound
19 improve postural stabilization: Evidence of a spatial auditory map? **Frontiers in**
20 **Neuroscience**, v. 11, n. JUN, 2017.

21
22 Guedes, D. P.; Lopes, C. C.; Guedes, J. E. R. P. Reproducibility and validity of the International
23 Physical Activity Questionnaire in adolescents. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.
24 11, n. 2, p. 151-158, 2005.

25
26 Hallemans, A.; Mertens, G.; Van De Heyning, P.; Van Rompaey, V. Playing music may improve
27 the gait pattern in patients with bilateral caloric areflexia wearing a cochlear implant: Results
28 from a pilot study. **Frontiers in Neurology**, v. 8, n. AUG, 2017.

29
30 Kalron, A.; Achiron, A. The relationship between fear of falling to spatiotemporal gait
31 parameters measured by an instrumented treadmill in people with multiple sclerosis. **Gait and**
32 **Posture**, v. 39, n. 2, p. 739-744, 2014.

33
34 Karademir, T. Fear of negative evaluation of deaf athletes. **Anthropologist**, v. 19, n. 2, p. 517-
35 523, 2015.

36
37 Kendrick, D.; Kumar, A.; Carpenter, H.; Zijlstra, G. a. R.; Skelton, D. A.; Cook, J. R.; Stevens, Z.;
38 Belcher, C. M.; Haworth, D.; Gawler, S. J.; Gage, H.; Masud, T.; Bowling, A.; Pearl, M.; Morris, R.
39 W.; Iliffe, S.; Delbaere, K. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the
40 community. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2014, n. 11, 2014.

41
42 Majlesi, M.; Farahpour, N.; Azadian, E.; Amini, M. The effect of interventional proprioceptive
43 training on static balance and gait in deaf children. **Research in Developmental Disabilities**,
44 v. 35, n. 12, p. 3562-3567, 12// 2014.

45

1 Marques, A. P.; Mendes, Y. C.; Taddei, U.; Pereira, C. a. B.; Assumpção, A. Brazilian-Portuguese
2 translation and cross cultural adaptation of the activities-specific balance confidence (ABC)
3 scale. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, p. 170-178, 2013.
4
5 Mcclelland, J. A.; Webster, K. E.; Grant, C.; Feller, J. Alternative modelling procedures for pelvic
6 marker occlusion during motion analysis. **Gait & Posture**, v. 31, n. 4, p. 415-419, 2010.
7
8 Melo, R. D. S. Gait performance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. **Gait
9 and Posture**, v. 57, p. 109-114, 2017.
10
11 Niang, A. E. S.; Mcfadyen, B. J. Effects of physical activity level on unobstructed and obstructed
12 walking in young male adults. **Gait and Posture**, v. 22, n. 1, p. 75-81, 2005.
13
14 Oms. Site da Organização Mundial da Saúde - O.M.S. (World Health Organization - W.H.O.).
15 (acessado em 04/05/2015). <http://www.who.int>, 2015.
16
17 Powell, L. E.; Myers, A. M. The Activities-Specific Balance Confidence (ABC) scale. **Journals of
18 Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 50A, n. 1, p. M28-M34,
19 1995.
20
21 Rine, R. M.; Gan, K.; O'hare, T.; Robinson, E.; Cornwall, G.; Locascio, C.; Rice, M. Evidence of
22 progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and
23 concurrent vestibular dysfunction. **Perceptual and Motor Skills**, v. 90, n. 4, p. 1101-1112,
24 2000.
25
26 Uysal, S. A.; Erden, Z.; Akbayrak, T.; Demirtürk, F. Comparison of balance and gait in visually or
27 hearing impaired children. **Perceptual and Motor Skills**, v. 111, n. 1, p. 71-80, 2010.
28
29 Walowska, J.; Bolach, B.; Bolach, E. The influence of Pilates exercises on body balance in the
30 standing position of hearing impaired people. **Disability and Rehabilitation**, v. 40, n. 25, p.
31 3061-3069, 2018.
32
33 Weaver, T. S.; Shayman, C. S.; Hullar, T. E. The Effect of Hearing Aids and Cochlear Implants on
34 Balance during Gait. **Otology and Neurotology**, v. 38, n. 9, p. 1327-1332, 2017.
35
36 Wolter, N. E.; Cushing, S. L.; Madrigal, L. D. V.; James, A. L.; Campos, J.; Papsin, B. C.; Gordon, K. A.
37 Unilateral hearing loss is associated with impaired balance in children: A pilot study. **Otology
38 and Neurotology**, v. 37, n. 10, p. 1589-1595, 2016.
39
40 Xu, X. D.; Ding, C. R.; Yu, J.; Han, Z.; Gu, J.; Gao, N.; Jia, X. H.; Luo, X.; Wang, J.; Chi, F. L. The hidden
41 dysfunction of otolithic organs in patients with profound sensorineural hearing loss. **Hearing
42 Research**, v. 331, p. 41-46, 2016.
43
44 Yardley, L.; Beyer, N.; Hauer, K.; Kempen, G.; Piot-Ziegler, C.; Todd, C. Development and initial
45 validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). **Age and Ageing**, v. 34, n. 6, p. 614-
46 619, 2005.
47

- 1 Zhong, X.; Yost, W. A. Relationship between postural stability and spatial hearing. **Journal of**
2 **the American Academy of Audiology**, v. 24, n. 9, p. 782-788, 2013.
3
- 4 Zhou, G.; Kenna, M. A.; Stevens, K.; Licameli, G. Assessment of saccular function in children with
5 sensorineural hearing loss. **Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery**, v. 135, n.
6 1, p. 40-44, 2009.
7
- 8 Zuniga, M. G.; Dinkes, R. E.; Davalos-Bichara, M.; Carey, J. P.; Schubert, M. C.; King, W. M.; Walston,
9 J.; Agrawal, Y. Association between Hearing Loss and Saccular Dysfunction in Older Individuals.
10 **Otology and Neurotology**, v. 33, n. 9, p. 1586-1592, 2012.

2. ARTIGO 2: PERFIL CINÉTICO E CINEMÁTICO DA MARCHA DE SURDOS ADULTOS JOVENS ATIVOS E SEDENTÁRIOS

RESUMO

Justificativa: Alterações nos sistemas sensoriais como a perda auditiva ou surdez são capazes de causar alterações na marcha. O uso de sistemas de análise da cinética e cinemática da marcha permite uma caracterização mais profunda dos comprometimentos da marcha em diferentes populações e pode direcionar os pesquisadores à origem dos mecanismos causadores destes comprometimentos.

Questão de pesquisa: Verificar as diferenças nas variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha de surdos e ouvintes e da prática de exercícios físicos nestas variáveis.

Métodos: 43 homens adultos jovens: 20 surdos (8 sedentários; 12 fisicamente ativos) e 23 ouvintes (11 sedentários; 12 fisicamente ativos) tiveram a cinética e cinemática da marcha coletada em laboratório instrumentado com duas plataformas de força e sete câmeras infravermelho. Foi realizada uma ANOVA de dois fatores, sendo o primeiro fator capacidade auditiva (dois níveis: surdos e ouvintes) e o segundo fator atividade física (dois níveis: ativos e sedentários) para cada variável dependente cinética e cinemática da marcha.

Resultados: Não foi encontrada diferença nas variáveis cinéticas e cinemáticas de joelho e quadril entre fisicamente ativos e sedentários. Praticantes de atividade física apresentam maior pico de dorsiflexão e menor pico de plantiflexão que sedentários. Existe uma redução de momento e potência de quadril, joelho e tornozelo e aumento da extensão de joelho em surdos durante a marcha. Surdos que praticam atividade física tem o momento e a potência de quadril semelhante ao de ouvintes e joelhos mais estendidos e maior flexão plantar que ouvintes. Não existe diferenças na cinemática de quadril e tornozelo de surdos e ouvintes.

Relevância: Clínicos e profissionais do movimento devem estar atentos às diferenças na cinemática e cinética da marcha de surdos e a influência da prática de exercícios físicos nesses parâmetros.

Palavras-chave: cinética, cinemática, marcha, surdos, exercício, biomecânica.

1 **KINETIC AND KINETIC GAIT PROFILE OF ACTIVE AND SEDENTARY YOUNG ADULTS**
2 **DEAF MEN**

3
4 **ABSTRACT**

5
6 **Background:** Changes in sensory systems such as deafness cause gait changes. The use of
7 kinetic and kinematic gait analysis systems allows a deeper characterization of gait
8 impairments in different populations and may lead researchers to mechanisms that cause these
9 impairments.

10 **Research question:** Verify the differences in the gait kinetic and kinematic variables of deaf
11 and hearing people and the practice of physical exercises in these variables.

12 **Methods:** 43 young adult men: 20 deaf (8 sedentary, 12 physically active) and 23 hearing (11
13 sedentary, 12 physically active) had kinematics and gait kinematics collected in a laboratory
14 instrumented with two force platforms and seven infrared cameras. A two-way ANOVA was
15 performed, the first factor being auditory capacity (two levels: deaf and hearing) and the second
16 physical activity factor (two levels: active and sedentary) for gait kinematics and kinetic.

17 **Results:** No difference was found in kinetic and kinematic variables of knee and hip between
18 physically active and sedentary. Actives had a higher peak of dorsiflexion and a lower peak of
19 plantar flexion than sedentary ones. There is a reduction in hip and knee and ankle moment
20 and power and an increased in knee extension angle in the deaf group during gait. Deaf people
21 who practice physical activity have the hip power and moment similar to the hearing group a
22 greater knee extension angle and ankle plantar-flexor angle than the hearing group.

23 **Relevance:** Movement professionals should be focused to the differences in kinematics and
24 kinetics of gait of deaf people and the influence of the practice of physical exercises in these
25 parameters.

26
27 **Keywords:** kinematics, kinematics, gait, deafness, exercise, biomechanics.

1 objetivo deste estudo foi verificar as diferenças nas variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha
2 de surdos e ouvintes e da prática de exercícios físicos nestas variáveis.

3 2.2. MÉTODOS

4 2.2.1. Participantes

5 A partir de um cálculo amostral para a família de testes F utilizando; tamanho de efeito
6 de 0,25, probabilidade de erro alfa de 0,05 e poder estatístico de 0,9, obteve-se um tamanho
7 amostral total de 40 indivíduos. Contando com perda amostral de 5%, 43 voluntários do sexo
8 masculino participaram do presente estudo. Divididos em dois fatores (capacidade auditiva e
9 atividade física) e quatro subgrupos (ouvintes ativos, ouvintes sedentários, surdos ativos,
10 surdos sedentários). Sendo 20 surdos profundos (4 com histórico de utilização de aparelho de
11 amplificação sonora individual) destes 8 sedentários e 12 fisicamente ativos e 23 ouvintes,
12 destes 11 sedentários e 12 fisicamente ativos (tabela 2-1). Pareados por idade, estatura e
13 massa, sem diferenças significativas entre os grupos para idade (atividade física: $p=0,229$;
14 condição auditiva: $p=0,119$), peso (atividade física: $p=0,345$; condição auditiva: $p=0,979$) e
15 estatura (atividade física: $p=0,169$; condição auditiva: $p=0,261$). O grupo de surdos foi
16 composto apenas por voluntários com surdez profunda autodeclarada com histórico de
17 diagnóstico de perda auditiva superior à 70 dB. Não foi determinada a etiologia da perda
18 auditiva. Foram excluídos deste estudo indivíduos que apresentassem condições ou limitações
19 neuromusculares ou musculoesqueléticas de qualquer tipo. Foram considerados fisicamente
20 ativos aqueles indivíduos que praticassem exercícios físicos orientados por 150 minutos de
21 atividade moderada ou intensa por semana (Oms, 2015) distribuídos em ao menos duas
22 sessões semanais nos últimos seis meses, verificado por meio de questionário (Guedes, Lopes
23 e Guedes, 2005). Quando surdos eram coletados sempre havia um interprete fluente em LIBRAS
24 no local de avaliação para orientação do protocolo e esclarecimentos. O presente estudo foi
25 aprovado pelo comitê de ética local. Todos os participantes assinaram o termo de
26 consentimento livre e esclarecido.

27

Tabela 2-1: Caracterização da amostra. Apresentada pelos fatores da ANOVA (atividade física e capacidade auditiva e pelos subgrupos em cada fator).

	Fatores				Subgrupos			
	Condição auditiva		Atividade física		Ouvintes ativos (N=12)	Ouvintes sedentários (N=11)	Surdos ativos (N=12)	Surdos sedentários (N=8)
	Ouvintes (N=23)	Surdos (N=20)	Ativos (N=24)	Sedentários (N=19)				
	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)
Idade (anos)	23,9 (±3,6)	25,8 (±3,8)	24,1 (±3,7)	25,4 (±3,8)	23,2 (±3,0)	24,6 (±4,1)	25,1 (±4,3)	27,0 (±2,9)
Massa (kg)	77 (±16)	76 (±19)	75 (±14)	79 (±20)	77 (±15)	77 (±17)	71 (±12)	83 (±27)
Estatura (cm)	177 (±7)	175 (±6)	175 (±6)	178 (±7)	176 (±6)	179 (±7)	173 (±5)	176 (±8)

N: número amostral. DP: desvio padrão

1

2 2.2.2. Coleta de dados

3 Antes de capturar as variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha, massa (balança
4 Geratherm 100g) e estatura (estadiômetro Cauduro Ltda. Modelo BB) foram mensurados. As
5 variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha foram adquiridos utilizado um sistema de
6 cinematria de 7 câmeras (VICON MX systems, Oxford Metrics Group, UK) com taxa de
7 amostragem de 100Hz e duas plataformas de força (50.8 cm × 46.4 cm, OR6-7-1000, AMTI,
8 USA) com taxa de amostragem de 1000Hz. Para familiarização, foi solicitado que os voluntários
9 caminhassem em velocidade confortável em um percurso de semicírculo com o trecho de reta
10 de 12 m de comprimento (diâmetro do semicírculo). Foram fixados marcadores conforme
11 recomendado pelo modelo *standard PlugIn Gait model* (Vicon Motion Systems, Oxford, United
12 Kingdom) utilizado em estudos prévios (McClelland *et al.*, 2010; Dixon, Böhm e Döderlein,
13 2012). Oito ciclos completos foram coletados bilateralmente.

14 2.2.3. Análise de dados

15 Foram selecionados como variáveis dependentes deste estudo onze variáveis cinéticas
16 e cinemáticas da marcha de saída do software *Vicon Nexus* (Vicon, Oxford, UK) no plano sagital
17 para as articulações de quadril, joelho e tornozelo a partir dos ciclos da marcha coletados. As
18 variáveis dependentes adotadas foram: maior ângulo articular (pico de flexão), menor ângulo
19 articular (pico de extensão), amplitude de movimento durante a marcha (delta de ângulo),
20 ângulo articular durante o contato inicial (ângulo no CI), maior momento articular (pico de

1 momento extensor), menor momento articular (pico de momento flexor) variação de momento
2 durante o ciclo da marcha (delta de momento), momento articular durante o CI (momento no
3 CI), maior valor de potência durante o ciclo (pico de geração de potência), menor valor de
4 potência durante o ciclo (pico de absorção de potência), variação de potência durante o ciclo
5 (delta de potência) e valor de potência articular durante o CI (potência no CI) totalizando 33
6 variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha.

7 Foi realizada uma ANOVA de dois fatores, sendo o primeiro fator capacidade auditiva
8 (dois níveis: surdos e ouvintes) e o segundo fator atividade física (dois níveis: ativos e
9 sedentários) para cada variável dependente cinética e cinemática da marcha. Seus efeitos
10 principais e interações entre os fatores foram verificados no software IBM SPSS Statistics (22.0
11 for Windows), onde valor de alfa adotado foi $\alpha < 0,05$.

12 Os resultados são apresentados em tabelas com média e desvio padrão de cada variável
13 dependente (cinemática e cinética da marcha) e para todos os efeitos principais e para as
14 interações quando ocorreram. São apresentados os resultados de índice de significância (p),
15 estatística F, tamanho de efeito (η^2) e poder estatístico ($1-\beta$) da ANOVA para cada teste
16 realizado

17 2.3. RESULTADOS

18 Foi encontrado efeito principal para o fator atividade, onde ativos apresentaram menor
19 pico de dorsiflexão e maior pico de plantiflexão (tabela 2-2). Já quanto ao fator capacidade
20 auditiva; surdos apresentaram na articulação do quadril uma redução no pico de momento
21 flexor, pico de geração de potência e delta de potência, na articulação do joelho surdos
22 apresentaram redução, pico de flexão, pico de extensão, pico de momento extensor, pico de
23 momento flexor, delta de momento, pico de absorção de potência, delta de potência de joelhos
24 e joelhos mais estendidos durante o contato inicial. Já na articulação do tornozelo, surdos
25 apresentaram redução no pico de momento plantiflexor, delta de momento, pico de geração de
26 potência, pico de absorção de potência e delta de potência (tabela 2-3).

27

Tabela 2-2: Resultados do efeito principal da ANOVA para o fator **atividade física** nas variáveis cinéticas e cinemáticas

Quadril	Ativos		Sedentários		Sig.	(F; η^2; 1-β)
	Média	± DP	Média	± DP		
Pico de flexão (°)	32,7	± 6,6	32,3	± 5,7	0,735	(0,116; 0,003; 0,937)
Pico de extensão (°)	-9,5	± 6,6	-10,9	± 6,7	0,538	(0,386; 0,010; 0,907)
Delta de ângulo (ADM - °)	41,7	± 3,1	42,7	± 3,9	0,516	(0,431; 0,012; 0,902)
Ângulo no contato inicial (°)	29,3	± 7,3	29,7	± 5,8	0,971	(0,001; 0,000; 0,950)
Pico de momento extensor (Nm/kg)	0,87	± 0,2	0,91	± 0,2	0,529	(0,403; 0,011; 0,905)
Pico de momento flexor (Nm/kg)	-0,91	± 0,2	-0,91	± 0,2	0,739	(0,113; 0,003; 0,938)
Delta de momento (Nm/kg)	1,78	± 0,3	1,82	± 0,3	0,881	(0,023; 0,001; 0,948)
Momento no C.I. (Nm/kg)	0,54	± 0,3	0,45	± 0,2	0,195	(1,742; 0,045; 0,749)
Pico de geração de potência (W/kg)	1,30	± 0,3	1,48	± 0,5	0,284	(1,184; 0,031; 0,815)
Pico de absorção de potência (W/kg)	-0,69	± 0,3	-0,77	± 0,3	0,526	(0,410; 0,011; 0,904)
Delta de potência (W/kg)	2,05	± 0,5	2,28	± 0,7	0,445	(0,595; 0,016; 0,883)
Potência no C.I. (W/kg)	0,40	± 0,4	0,28	± 0,2	0,219	(1,562; 0,041; 0,770)
Joelho	Média	± DP	Média	± DP	Sig.	(F; η^2; 1-β)
Pico de flexão (°)	57,8	± 6,3	57,8	± 5,4	0,730	(0,121; 0,003; 0,937)
Pico de extensão (°)	-0,51	± 3,8	-0,05	± 3,1	0,669	(0,186; 0,005; 0,930)
Delta de ângulo (ADM - °)	58,1	± 4,4	58,2	± 4,0	0,873	(0,026; 0,001; 0,947)
Ângulo no contato inicial (°)	6,68	± 6,1	7,99	± 3,0	0,516	(0,431; 0,012; 0,902)
Pico de momento extensor (Nm/kg)	0,40	± 0,2	0,43	± 0,2	0,738	(0,113; 0,003; 0,938)
Pico de momento flexor (Nm/kg)	-0,48	± 0,1	-0,50	± 0,1	0,899	(0,016; 0,000; 0,948)
Delta de momento (Nm/kg)	0,88	± 0,2	0,92	± 0,2	0,783	(0,077; 0,002; 0,942)
Momento no C.I. (Nm/kg)	-0,21	± 0,1	-0,16	± 0,1	0,377	(0,800; 0,021; 0,859)
Pico de geração de potência (W/kg)	0,60	± 0,3	0,62	± 0,3	0,874	(0,026; 0,001; 0,947)
Pico de absorção de potência (W/kg)	-1,45	± 0,4	-1,55	± 0,3	0,632	(0,234; 0,006; 0,924)
Delta de potência (W/kg)	2,00	± 0,5	2,21	± 0,5	0,451	(0,581; 0,015; 0,885)
Potência no C.I. (W/kg)	0,32	± 0,3	0,29	± 0,2	0,464	(0,547; 0,015; 0,889)
Tornozelo	Média	± DP	Média	± DP	Sig.	(F; η^2; 1-β)
Pico de dorsiflexão (°)	9,8	± 4,0 *	12,6	± 3,2	0,010	(7,465; 0,168; 0,242)
Pico de plantiflexão (°)	-17,4	± 4,7 *	-14,7	± 3,2	0,021	(5,828; 0,136; 0,348)
Delta de ângulo (ADM - °)	26,8	± 2,3	27,5	± 3,1	0,667	(0,188; 0,005; 0,929)
Ângulo no contato inicial (°)	-6,61	± 2,1	-6,40	± 2,8	0,318	(1,026; 0,027; 0,833)
Pico de momento plantiflexor (Nm/kg)	1,36	± 0,1	1,31	± 0,2	0,175	(1,913; 0,049; 0,729)
Pico de momento dorsiflexor (Nm/kg)	-0,16	± 0,1	-0,19	± 0,1	0,339	(0,938; 0,025; 0,843)
Delta de momento (Nm/kg)	1,53	± 0,1	1,51	± 0,1	0,272	(1,242; 0,032; 0,808)
Momento no C.I. (Nm/kg)	-0,10	± 0,1	-0,11	± 0,1	0,663	(0,193; 0,005; 0,929)
Pico de geração de potência (W/kg)	3,41	± 0,6	3,46	± 1,0	0,801	(0,064; 0,002; 0,943)
Pico de absorção de potência (W/kg)	-0,80	± 0,2	-0,84	± 0,2	0,811	(0,058; 0,002; 0,944)
Delta de potência (W/kg)	4,23	± 0,9	4,33	± 1,2	0,841	(0,041; 0,001; 0,946)
Potência no C.I. (W/kg)	-0,12	± 0,1	-0,11	± 0,1	0,931	(0,008; 0,000; 0,949)

* indica a comparação em que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA. F indica o resultado da estatística F, η^2 : tamanho de efeito e 1- β : poder estatístico – DP; desvio padrão CI.: Contato. Inicial. ADM.: Amplitude de movimento. Na cinemática valores positivos no quadril indicam flexão, no joelho indicam flexão e no tornozelo indicam plantiflexão. Nos momentos valores positivos no quadril indicam momento extensor, no joelho momento extensor e no tornozelo momento plantiflexor. Na potência valores positivos indicam geração de potência.

Tabela 2-3: Resultados do efeito principal da ANOVA para o fator **capacidade auditiva** nas variáveis cinéticas e cinemáticas

Quadril	Ouvintes		Surdos		Sig.	(F; η^2; 1-β)
	Média	± DP	Média	± DP		
Pico de flexão (°)	33,7	± 8,0	31,3	± 3,6	0,275	(1,227; 0,032; 0,810)
Pico de extensão (°)	-9,69	± 8,0	-10,6	± 5,0	0,835	(0,044; 0,001; 0,945)
Delta de ângulo (ADM - °)	43,0	± 3,3	41,2	± 3,5	0,088	(3,065; 0,076; 0,600)
Ângulo no contato inicial (°)	30,8	± 8,2	28,1	± 4,4	0,251	(1,359; 0,035; 0,794)
Pico de momento extensor (Nm/kg)	0,90	± 0,2	0,87	± 0,2	0,587	(0,300; 0,008; 0,917)
Pico de momento flexor (Nm/kg)	-0,97	± 0,2 *	-0,86	± 0,2	0,025	(5,444; 0,128; 0,377)
Delta de momento (Nm/kg)	1,86	± 0,2	1,73	± 0,3	0,061	(3,749; 0,092; 0,529)
Momento no C.I. (Nm/kg)	0,56	± 0,2	0,43	± 0,3	0,082	(3,196; 0,080; 0,586)
Pico de geração de potência (W/kg)	1,59	± 0,4 *	1,15	± 0,3	0,000	(22,578; 0,379; 0,004)
Pico de absorção de potência (W/kg)	-0,79	± 0,2	-0,66	± 0,3	0,111	(2,659; 0,067; 0,645)
Delta de potência (W/kg)	2,41	± 0,5 *	1,88	± 0,6	0,002	(11,540; 0,238; 0,089)
Potência no C.I. (W/kg)	0,42	± 0,4	0,28	± 0,3	0,181	(1,860; 0,048; 0,736)
Joelho	Média	± DP	Média	± DP	Sig.	(F; η^2; 1-β)
Pico de flexão (°)	60,2	± 4,2 *	56,0	± 5,7	0,027	(5,282; 0,125; 0,390)
Pico de extensão (°)	1,45	± 3,2 *	-1,96	± 2,9	0,003	(9,822; 0,210; 0,137)
Delta de ângulo (ADM - °)	58,8	± 3,9	57,5	± 4,5	0,464	(0,548; 0,015; 0,889)
Ângulo no contato inicial (°)	9,39	± 4,2 *	5,05	± 5,1	0,012	(6,992; 0,159; 0,269)
Pico de momento extensor (Nm/kg)	0,50	± 0,2 *	0,33	± 0,1	0,002	(11,473; 0,237; 0,090)
Pico de momento flexor (Nm/kg)	-0,51	± 0,1 *	-0,46	± 0,1	0,036	(4,749; 0,114; 0,435)
Delta de momento (Nm/kg)	1,01	± 0,2 *	0,80	± 0,2	0,002	(11,343; 0,235; 0,094)
Momento no C.I. (Nm/kg)	-0,18	± 0,1	-0,21	± 0,1	0,535	(0,392; 0,010; 0,906)
Pico de geração de potência (W/kg)	0,65	± 0,3	0,55	± 0,3	0,187	(1,810; 0,047; 0,741)
Pico de absorção de potência (W/kg)	-1,62	± 0,3 *	-1,35	± 0,4	0,011	(7,194; 0,163; 0,257)
Delta de potência (W/kg)	2,30	± 0,4 *	1,85	± 0,5	0,003	(10,474; 0,221; 0,117)
Potência no C.I. (W/kg)	0,29	± 0,2	0,30	± 0,3	0,910	(0,013; 0,000; 0,949)
Tornozelo	Média	± DP	Média	± DP	Sig.	(F; η^2; 1-β)
Pico de dorsiflexão (°)	11,6	± 2,8	10,2	± 4,5	0,626	(0,242; 0,007; 0,923)
Pico de plantiflexão (°)	-16,0	± 3,4	-16,3	± 5,2	0,731	(0,120; 0,003; 0,937)
Delta de ângulo (ADM - °)	27,3	± 2,1	26,6	± 3,0	0,423	(0,657; 0,017; 0,876)
Ângulo no contato inicial (°)	-6,05	± 2,2	-6,76	± 2,4	0,769	(0,088; 0,002; 0,940)
Pico de momento plantiflexor (Nm/kg)	1,38	± 0,1 *	1,30	± 0,1	0,047	(4,203; 0,102; 0,485)
Pico de momento dorsiflexor (Nm/kg)	-0,17	± 0,1	-0,16	± 0,1	0,678	(0,175; 0,005; 0,931)
Delta de momento (Nm/kg)	1,56	± 0,1 *	1,46	± 0,2	0,010	(7,386; 0,166; 0,246)
Momento no C.I. (Nm/kg)	-0,12	± 0,0	-0,09	± 0,1	0,074	(3,375; 0,084; 0,568)
Pico de geração de potência (W/kg)	3,73	± 0,7 *	3,10	± 0,8	0,007	(8,230; 0,182; 0,202)
Pico de absorção de potência (W/kg)	-0,91	± 0,2 *	-0,70	± 0,1	0,001	(13,738; 0,271; 0,050)
Delta de potência (W/kg)	4,64	± 0,9 *	3,86	± 1,0	0,008	(7,933; 0,177; 0,217)
Potência no C.I. (W/kg)	-0,12	± 0,1	-0,13	± 0,1	0,876	(0,025; 0,001; 0,947)

*indica a comparação em que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA. F indica o resultado da estatística F, η^2 : tamanho de efeito e 1- β : poder estatístico – DP; desvio padrão CI.: Contato. Inicial. ADM.: Amplitude de movimento. Na cinemática valores positivos no quadril indicam flexão, no joelho indicam flexão e no tornozelo indicam plantiflexão. Nos momentos valores positivos no quadril indicam momento extensor, no joelho momento extensor e no tornozelo momento plantiflexor. Na potência valores positivos indicam geração de potência.

1

2

3

4

5

Foram encontradas interações significativas na articulação do quadril no pico de momento flexor, delta de momento e delta de potência. Na articulação do joelho as interações significativas foram no pico de flexão e pico de extensão. Já para o tornozelo houve interações significativas no pico de dorsiflexão e ângulo no contato inicial. Não houve interações

1 significativas para as variáveis delta de ângulo, pico de momento extensor, momento no CI, pico
 2 de geração de potência e pico de absorção de potência nas articulações avaliadas (Tabela 2-4).
 3

Tabela 2-4: Resultados das interações entre os fatores **capacidade auditiva** e **atividade física** da ANOVA para as variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha.

Variáveis cinéticas e cinemáticas	Quadril	Joelho	Tornozelo
	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)
Pico de flexão (°)	0,519 (0,423; 0,011; 0,903)	0,022* (5,757; 0,135; 0,353)	0,009* (7,643; 0,171; 0,232)
Pico de extensão (°)	0,121 (2,518; 0,064; 0,660)	0,028* (5,259; 0,124; 0,392)	0,126 (2,446; 0,062; 0,669)
Delta de ângulo (ADM - °)	0,327 (0,987; 0,026; 0,838)	0,247 (1,384; 0,036; 0,791)	0,803 (0,063; 0,002; 0,943)
Ângulo no contato inicial (°)	0,671 (0,184; 0,005; 0,930)	0,324 (0,999; 0,026; 0,836)	0,000* (17,271; 0,318; 0,018)
Pico de momento plantiflexor (Nm/kg)	0,130 (2,392; 0,061; 0,675)	0,658 (0,199; 0,005; 0,928)	0,483 (0,503; 0,013; 0,894)
Pico de momento dorsiflexor (Nm/kg)	0,028* (5,259; 0,124; 0,392)	0,440 (0,610; 0,016; 0,881)	0,948 (0,004; 0,000; 0,950)
Delta de momento (Nm/kg)	0,017* (6,295; 0,145; 0,314)	0,470 (0,533; 0,014; 0,890)	0,234 (1,465; 0,038; 0,782)
Momento no C.I. (Nm/kg)	0,668 (0,187; 0,005; 0,929)	0,788 (0,073; 0,002; 0,942)	0,990 (0,000; 0,000; 0,950)
Pico de geração de potência (W/kg)	0,080 (3,242; 0,081; 0,582)	0,421 (0,661; 0,018; 0,876)	0,186 (1,814; 0,047; 0,741)
Pico de absorção de potência (W/kg)	0,069 (3,495; 0,086; 0,555)	0,151 (2,148; 0,055; 0,702)	0,228 (1,504; 0,039; 0,777)
Delta de potência (W/kg)	0,019* (6,019; 0,140; 0,334)	0,139 (2,284; 0,058; 0,687)	0,212 (1,613; 0,042; 0,764)
Potência no C.I. (W/kg)	0,452 (0,577; 0,015; 0,885)	0,933 (0,007; 0,000; 0,949)	0,449 (0,586; 0,016; 0,884)

* indica a comparação em que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA. F indica o resultado da estatística F, η^2 : tamanho de efeito e 1- β : poder estatístico. Para a articulação do tornozelo, leia-se as primeiras duas linhas como Pico de dorsiflexão e Pico de plantiflexão.

4
 5 Quanto aos desdobramentos das interações supracitadas, o pico de momento extensor
 6 do quadril de ouvintes sedentários é maior que de surdos sedentários, sem apresentar
 7 diferenças entre as demais comparações. O delta de momento do quadril de ouvintes sedentário
 8 é maior que de surdos sedentários. O delta de potência do quadril de ouvintes sedentários é
 9 maior que de surdos sedentários, já o delta de potência de quadril de ouvintes sedentários é
 10 maior que de ouvintes ativos. O pico de flexão do joelho de ouvintes ativos é maior que de
 11 surdos ativos. O pico de extensão do joelho de ouvintes ativos é menor que de surdos ativos
 12 (tabela 2-5).

13 No tornozelo, o pico de dorsiflexão do tornozelo de ouvintes ativos é maior que de
 14 surdos ativos e de surdos ativos é menor que de surdos sedentários. Já o ângulo do tornozelo

1 no CI de ouvintes ativos é menor que de surdos ativos, de ouvintes sedentários é maior que de
 2 surdos sedentários, de ouvintes ativos é menor que de ouvintes sedentários e de surdos ativos
 3 é maior que de surdos sedentários (tabela 2-5).

4

Tabela 2-5: Resultados dos desdobramentos das interações entre os fatores **atividade física e capacidade auditiva** encontradas na ANOVA para as variáveis cinéticas e cinemáticas da marcha

Varáveis cinéticas e cinemáticas da marcha	Ouv. Ativo	Ouv. Sed.	Surdo Ativo	Surdo Sed.	Ativos Ouv. vs. Sur.	Sedentários Ouv. vs. Sur.	Ouvintes Ativ vs. Sed.	Surdos Ativ vs. Sed.
	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)
Pico de momento extensor do quadril (Nm/kg)	-0,91 (±0,1)	-0,99 (±0,2)	-0,91 (±0,2)	-0,76 (±0,2)	0,975 (0,001; 0; 0,95)	0,005* (9,049; 0,197; 0,166)	0,160 (2,06; 2,06; 0,712)	0,080 (3,23; 3,23; 0,583)
Delta de momento do quadril (Nm/kg)	1,75 (±0,1)	1,92 (±0,4)	1,80 (±0,4)	1,59 (±0,2)	0,657 (0,201; 0,005; 0,928)	0,006* (8,354; 0,184; 0,196)	0,059 (3,806; 0,093; 0,524)	0,116 (2,597; 0,066; 0,652)
Delta de potência do quadril (W/kg)	2,14 (±0,3)	2,67 (±0,6)	1,98 (±0,7)	1,69 (±0,4)	0,465 (0,545; 0,015; 0,889)	0,001* (14,47; 0,281; 0,04)	0,023* (5,593; 0,131; 0,366)	0,258 (1,321; 0,034; 0,799)
Pico de flexão do joelho (°)	61,7 (±3,5)	57,1 (±6,4)	54,6 (±6,2)	58,8 (±3,7)	0,001* (13,5; 0,267; 0,06)	0,948 (0,004; 0; 0,95)	0,141 (2,265; 0,058; 0,689)	0,068 (3,524; 0,087; 0,552)
Pico de extensão do joelho (°)	2,29 (±3,6)	0,10 (±2,9)	-2,87 (±2,0)	-0,28 (±3,7)	0,000* (18,02; 0,328; 0,015)	0,588 (0,299; 0,008; 0,917)	0,180 (1,865; 0,048; 0,735)	0,071 (3,467; 0,086; 0,558)
Pico de dorsiflexão do tornozelo (°)	11,6 (±2,7)	11,0 (±3,5)	8,22 (±4,3)	14,0 (±1,7)	0,015* (6,489; 0,149; 0,301)	0,148 (2,183; 0,056; 0,7)	0,981 (0,001; 0; 0,95)	0,001* (14,116; 0,276; 0,04)
Ângulo do tornozelo no C.I. (°)	-5,12 (±1,8)	-7,49 (±2,5)	-7,88 (±1,5)	-4,68 (±2,4)	0,001* (12,12; 0,247; 0,076)	0,017* (6,298; 0,145; 0,314)	0,027* (5,313; 0,126; 0,388)	0,001* (12,48; 0,252; 0,069)

*indica a comparação em que houve diferença significativa entre os fatores ($p < 0,05$) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA. F indica o resultado da estatística F, η^2 : tamanho de efeito e 1- β : poder estatístico – DP; desvio padrão. Ouv. ouvintes –Sur.: surdos –Ativ.: fisicamente ativos –Sed.: sedentários CI: contato inicial

5

6 2.4. DISCUSSÃO

7 Nós realizamos a análise tridimensional da cinemática e cinética da marcha de 43
 8 indivíduos, sendo destes 20 surdos profundos e 23 ouvintes. Nosso objetivo inicial neste estudo
 9 foi de verificar se a ausência do sentido da audição poderia causar alterações nas variáveis
 10 cinéticas e cinemáticas de quadril, joelho e tornozelo durante a marcha. Além disso, verificamos
 11 se a prática de exercícios físicos tem influências sobre essas variáveis. Praticantes de exercício
 12 físico inespecífico apresentaram alterações apenas a cinemática do tornozelo, onde exibiram

1 esta articulação em uma posição de flexão plantar, sem alterações da amplitude de movimento.
2 Já o fator audição causou uma redução na produção de momento de quadril, joelho e tornozelo
3 e na cinemática do joelho. Especificamente nos surdos, o exercício físico inespecífico aumentou
4 a dorsiflexão, levando a valores superiores ao apresentado por ouvintes.

5 Não foram encontradas diferenças nas variáveis cinéticas e cinemáticas de quadril e
6 joelho entre ativos e sedentários. Não existe ainda um consenso sobre o efeito de diferentes
7 protocolos de exercícios na cinética e cinemática da marcha de diferentes populações. Teixeira-
8 Samela *et al.* (2001) apesar de terem encontrado alterações no padrão da curva de cinética da
9 marcha após protocolo de exercícios aeróbicos e de fortalecimento de intensidade moderada,
10 não encontraram efeitos deste protocolo sobre a variáveis quantitativas da cinética da marcha
11 de pacientes pós-AVE. Já Fukumoto *et al.* (2017) encontrou aumentos no ângulo de extensão de
12 quadril e diminuição no pico de momento de dorsiflexão em pacientes com osteoartrite após
13 treinamento de força. Em nosso estudo não encontramos alterações na articulação do quadril
14 provenientes do fator atividade física, no entanto semelhantemente à Fukumoto *et al.* (2017).
15 O exercício físico parece ter grande efeito sobre a articulação do tornozelo, provavelmente pois
16 a geração de potência desta articulação tem um papel fundamental para o deslocamento
17 realizado durante os exercícios, essa participação parece importante no grupo muscular de
18 plantiflexores quanto de dorsiflexores (Ranisavljev *et al.*, 2014). Existem poucas evidências na
19 literatura que apontam para o efeito da prática de exercícios inespecíficos sobre a cinética e
20 cinemática marcha de pessoas sem alterações sensoriais ou musculoesqueléticas. Em nosso
21 estudo os voluntários poderiam participar de qualquer atividade física pelos últimos seis
22 meses. Esse fator não alterou a cinética da marcha concordando com estudos prévios (Niang e
23 Mcfadyen, 2005), mas alterou o ângulo de tornozelo, onde ativos apresentaram menor
24 dorsiflexão (2,8°) e maior plantiflexão (2,7°) que sedentários, no entanto, sem alterar a
25 amplitude de movimento durante a marcha. Sugerimos que as adaptações que a prática de
26 exercícios físicos proporciona, como força muscular e ganho de amplitude de flexão plantar
27 (Salsich e Mueller, 2000), possam ser a principal diferença entre os grupos causando a maior
28 plantiflexão durante a marcha.

29 Ao comparar as variáveis da marcha no fator condição auditiva, diversas variáveis
30 apresentaram diferenças entre os grupos; Na cinética, momentos e potências de quadril, joelho
31 e tornozelo apresentaram reduções, sugerindo menor esforço dos grupamentos musculares e
32 menor produção e absorção de energia (Winter, 1991). Nossos resultados se assemelham com

1 estudos que encontraram reduções na força de reação do solo de crianças surdas durante a
2 marcha (Jafarnehadgero, Majlesi e Azadian, 2017), uma vez que a força de reação do solo
3 também pode ser influenciada pela força produzida pelas articulações durante a marcha.
4 Alguns autores sugerem que aumentos de potência articular podem significar uma melhor
5 performance no padrão de marcha, uma vez que as estruturas ativas estariam sendo melhor
6 utilizadas para marcha (Teixeira-Salmela *et al.*, 2001). Pessoas surdas tendem a apresentar
7 déficits vestibulares e de controle do equilíbrio (Zuniga *et al.*, 2012; Wolter *et al.*, 2016; Xu *et*
8 *al.*, 2016) e já tem sido apresentado na literatura que alterações vestibulares podem alterar
9 significativamente a marcha (Martino *et al.*, 2014; Martino *et al.*, 2015; Melo, 2017; Serrao *et*
10 *al.*, 2017). Uma marcha com menores valores de potência articular pode significar uma
11 estratégia de autoproteção, diminuição de risco ou de redução da capacidade física (Teixeira-
12 Salmela *et al.*, 2001; Niang e Mcfadyen, 2005; Mccamley *et al.*, 2017).

13 Quanto às interações observadas, pico de momento extensor do quadril, delta de
14 momento do quadril e delta de potência do quadril foi diferente apenas entre surdos e ouvintes
15 sedentários, o que pode ilustrar uma semelhança na produção de momento entre surdos e
16 ouvintes, quando fisicamente ativos. Extensores de quadril são fundamentais para o suporte do
17 corpo no início da fase de apoio (Neptune, Zajac e Kautz, 2004) e a atividade física parece
18 suprimir o déficit de produção de momento presente em surdos sedentários. Já as variáveis
19 pico de flexão do joelho e pico de extensão do joelho se mostraram diferentes apenas entre
20 surdos e ouvintes fisicamente ativos, a única articulação que apresentou alterações cinemáticas
21 durante a marcha foi o joelho. Surdos tendem a caminhar com os joelhos mais estendidos, sem
22 alterar a amplitude de movimento, no entanto, não foram encontrados outros estudos que
23 tenham verificado efeitos do déficit auditivo ou estabilidade corporal com o ângulo de flexo-
24 extensão de joelho durante a marcha. Via de regra, prejuízos na função cerebelar e redução da
25 estabilidade corporal tendem a apresentar alterações na cinemática dos tornozelos (Martino *et*
26 *al.*, 2014; Martino *et al.*, 2015; Serrao *et al.*, 2017). Mostramos que ser surdo pode causar
27 alterações na cinemática do joelho além da cinemática do tornozelo e acreditamos que este seja
28 um resultado novo que necessite de maiores investigações de relação causa e efeito em estudos
29 futuro.

30 As vantagens de se avaliar um grupo específico como do presente estudo é a
31 possibilidade de a caracterização da marcha destes grupos e verificação do efeito específico
32 isolado e combinado de cada fator (capacidade auditiva e da atividade física) nas variáveis

1 cinéticas e cinemáticas da marcha. Até onde nós pudemos investigar esse é o primeiro estudo
2 que verifica a combinação os efeitos da atividade física e da condição auditiva em adultos jovens
3 na análise tridimensional da cinemática e cinética da marcha. Apesar do caráter inédito do
4 nosso estudo é importante destacar algumas limitações, como a não determinação etiologia da
5 surdez de cada voluntário e não foram realizadas avaliações do sistema vestibular dos
6 voluntários, para verificar se esses apresentam déficits de controle do equilíbrio prévios.
7 Clínicos e profissionais do movimento devem estar atentos às diferenças na cinemática e
8 cinética da marcha de surdos e a influência da prática de exercícios físicos nesses parâmetros.
9 Futuras pesquisas devem investigar quais mecanismos (relação de causa e efeito) causaram as
10 alterações na marcha de surdos apresentadas no presente estudo.

11 2.5. CONCLUSÃO

12 A capacidade auditiva altera significativamente a cinemática e a cinética de todo o
13 membro inferior. Surdos apresentam menor geração de momento e potência em quadril joelho
14 e tornozelos. Além disso, também apresentam menor flexão de joelho, joelhos mais estendidos
15 e maior flexão plantar de tornozelos. A condição auditiva influencia a cinemática de joelho e a
16 potência de quadris apenas de fisicamente ativos. A prática de exercícios físicos parece alterar
17 a cinemática do tornozelo independente da condição auditiva, levando a uma tendência de
18 maior plantiflexão. Além disso influencia o momento de quadris somente de surdos.

19

20

1 2.6. REFERÊNCIAS DO ARTIGO 2

- 2 Ayán, C.; Cancela, J. M.; Gutiérrez-Santiago, A.; Prieto, I. Effects of two different exercise
3 programs on gait parameters in individuals with Parkinson's disease: A pilot study. **Gait and**
4 **Posture**, v. 39, n. 1, p. 648-651, 2014.
5
- 6 Dixon, P. C.; Böhm, H.; Döderlein, L. Ankle and midfoot kinetics during normal gait: A multi-
7 segment approach. **Journal of Biomechanics**, v. 45, n. 6, p. 1011-1016, 2012.
8
- 9 Fotiadou, E.; Giagazoglou, P.; Kokaridas, D.; Angelopoulou, N.; Tsimaras, V.; Tsorbatzoudis, C.
10 Effect of rhythmic gymnastics on the dynamic balance of children with deafness. **European**
11 **Journal of Special Needs Education**, v. 17, n. 3, p. 301-309, 2002.
12
- 13 Fotiadou, E. G.; Neofotistou, K. H.; Sidiropoulou, M. P.; Tsimaras, V. K.; Mandroukas, A. K.;
14 Angelopoulou, N. A. The effect of a rhythmic gymnastics program on the dynamic balance ability
15 of individuals with intellectual disability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.
16 23, n. 7, p. 2102-6, Oct 2009.
17
- 18 Fukumoto, Y.; Tateuchi, H.; Tsukagoshi, R.; Okita, Y.; Akiyama, H.; So, K.; Kuroda, Y.; Ichihashi,
19 N. Effects of High- and Low-Velocity Resistance Training on Gait Kinematics and Kinetics in
20 Individuals with Hip Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. **Am J Phys Med Rehabil**,
21 v. 96, n. 6, p. 417-423, Jun 2017.
22
- 23 Guedes, D. P.; Lopes, C. C.; Guedes, J. E. R. P. Reproducibility and validity of the International
24 Physical Activity Questionnaire in adolescents. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.
25 11, n. 2, p. 151-158, 2005.
26
- 27 Isfahani, M. M.; Farahpour, N. Comparison of the effect of an exercise program on kinematic
28 analysis of gait of elderly men and women who are residents in a sanatorium. **Journal of**
29 **Mazandaran University of Medical Sciences**, v. 23, n. 105, p. 80-89, 2013.
30
- 31 Jafarnezhadgero, A. A.; Majlesi, M.; Azadian, E. Gait ground reaction force characteristics in deaf
32 and hearing children. **Gait Posture**, v. 53, p. 236-240, Mar 2017.
33
- 34 Majlesi, M.; Azadian, E.; Farahpour, N.; Jafarnezhad, A. A.; Rashedi, H. Lower limb muscle activity
35 during gait in individuals with hearing loss. **Australasian Physical and Engineering Sciences**
36 **in Medicine**, v. 40, n. 3, p. 659-665, 2017.
37
- 38 Martino, G.; Ivanenko, Y. P.; D'avella, A.; Serrao, M.; Ranavolo, A.; Draicchio, F.; Cappellini, G.;
39 Casali, C.; Lacquaniti, F. Neuromuscular adjustments of gait associated with unstable
40 conditions. **Journal of Neurophysiology**, v. 114, n. 5, p. 2867-2882, 2015.
41
- 42 Martino, G.; Ivanenko, Y. P.; Serrao, M.; Ranavolo, A.; D'avella, A.; Draicchio, F.; Conte, C.; Casali,
43 C.; Lacquaniti, F. Locomotor patterns in cerebellar ataxia. **Journal of Neurophysiology**, v. 112,
44 n. 11, p. 2810-2821, 2014.
45

1 Mccamley, J. D.; Pisciotta, E. J.; Yentes, J. M.; Wurdeman, S. R.; Rennard, S. I.; Pipinos, Ii;
2 Johanning, J. M.; Myers, S. A. Gait deficiencies associated with peripheral artery disease are
3 different than chronic obstructive pulmonary disease. **Gait Posture**, v. 57, p. 258-264, Sep
4 2017.
5
6 Mcclelland, J. A.; Webster, K. E.; Grant, C.; Feller, J. Alternative modelling procedures for pelvic
7 marker occlusion during motion analysis. **Gait & Posture**, v. 31, n. 4, p. 415-419, 2010.
8
9 Melo, R. D. S. Gait performance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. **Gait
10 and Posture**, v. 57, p. 109-114, 2017.
11
12 Neptune, R. R.; Zajac, F. E.; Kautz, S. A. Muscle force redistributes segmental power for body
13 progression during walking. **Gait and Posture**, v. 19, n. 2, p. 194-205, 2004.
14
15 Niang, A. E. S.; Mcfadyen, B. J. Effects of physical activity level on unobstructed and obstructed
16 walking in young male adults. **Gait and Posture**, v. 22, n. 1, p. 75-81, 2005.
17
18 Oms. Site da Organização Mundial da Saúde - O.M.S. (World Health Organization - W.H.O.).
19 (acessado em 04/05/2015). <http://www.who.int>, 2015.
20
21 Pandy, M. G.; Andriacchi, T. P. **Muscle and joint function in human locomotion**. 12: 401-433
22 p. 2010.
23
24 Ranisavljev, I.; Ilic, V.; Markovic, S.; Soldatovic, I.; Stefanovic, D.; Jaric, S. The relationship
25 between hip, knee and ankle muscle mechanical characteristics and gait transition speed.
26 **Human Movement Science**, v. 38, p. 47-57, 2014.
27
28 Salsich, G. B.; Mueller, M. J. Effect of plantar flexor muscle stiffness on selected gait
29 characteristics. **Gait & Posture**, v. 11, n. 3, p. 207-216, 2000/06/01/ 2000.
30
31 Serrao, M.; Chini, G.; Casali, C.; Conte, C.; Rinaldi, M.; Ranavolo, A.; Marcotulli, C.; Leonardi, L.;
32 Fragiotta, G.; Bini, F.; Coppola, G.; Pierelli, F. Progression of Gait Ataxia in Patients with
33 Degenerative Cerebellar Disorders: a 4-Year Follow-Up Study. **Cerebellum**, v. 16, n. 3, p. 629-
34 637, Jun 2017.
35
36 Teixeira-Salmela, L. F.; Nadeau, S.; McBride, I.; Olney, S. J. Effects of muscle strengthening and
37 physical conditioning training on temporal, kinematic and kinetic variables during gait in
38 chronic stroke survivors. **J Rehabil Med**, v. 33, n. 2, p. 53-60, Mar 2001.
39
40 Toyooka, T.; Urabe, Y.; Sugiura, S.; Takata, A.; Shinozaki, M.; Takata, Y.; Ishizaki, T.; Nakamura,
41 K.; Otsuki, K.; Oyama, T.; Nishikawa, S. Does the single-limb stance reflect chronic ankle
42 instability in an athlete? **Gait and Posture**, v. 66, p. 242-246, 2018.
43
44 Walowska, J.; Bolach, B.; Bolach, E. The influence of Pilates exercises on body balance in the
45 standing position of hearing impaired people. **Disability and Rehabilitation**, v. 40, n. 25, p.
46 3061-3069, 2018.
47

1 Weaver, T. S.; Shayman, C. S.; Hullar, T. E. The Effect of Hearing Aids and Cochlear Implants on
2 Balance during Gait. **Otology and Neurotology**, v. 38, n. 9, p. 1327-1332, 2017.
3
4 Winter, D. A. **The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly, and**
5 **pathological**. Waterloo: University of Waterloo Press, 1991.
6
7 Wolter, N. E.; Cushing, S. L.; Madrigal, L. D. V.; James, A. L.; Campos, J.; Papsin, B. C.; Gordon, K. A.
8 Unilateral hearing loss is associated with impaired balance in children: A pilot study. **Otology**
9 **and Neurotology**, v. 37, n. 10, p. 1589-1595, 2016.
10
11 Xu, X. D.; Ding, C. R.; Yu, J.; Han, Z.; Gu, J.; Gao, N.; Jia, X. H.; Luo, X.; Wang, J.; Chi, F. L. The hidden
12 dysfunction of otolithic organs in patients with profound sensorineural hearing loss. **Hearing**
13 **Research**, v. 331, p. 41-46, 2016.
14
15 Zuniga, M. G.; Dinkes, R. E.; Davalos-Bichara, M.; Carey, J. P.; Schubert, M. C.; King, W. M.; Walston,
16 J.; Agrawal, Y. Association between Hearing Loss and Saccular Dysfunction in Older Individuals.
17 **Otology and Neurotology**, v. 33, n. 9, p. 1586-1592, 2012.

3. ARTIGO 3: EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NO MEDO DE CAIR E EQUILÍBRIO ESTÁTICO SOB DIFERENTES PERTURBAÇÕES SENSORIAIS EM SURDOS ADULTOS JOVENS

RESUMO

Justificativa: A surdez pode levar a déficits no desenvolvimento de habilidades motoras, sendo uma das mais atingidas o equilíbrio, o exercício pode ser uma ferramenta importante para a melhora do equilíbrio, no entanto não se sabe quais são os sistemas de controle do equilíbrio que sofrem maiores adaptações com o exercício.

Questão de pesquisa: Investigar o efeito da prática de exercícios físicos no medo de cair e no desempenho de controle do equilíbrio sob diferentes perturbações dos sistemas sensoriais de surdos adultos jovens.

Métodos: 43 homens adultos jovens: 20 surdos (8 sedentários; 12 fisicamente ativos) e 23 ouvintes (11 sedentários; 12 fisicamente ativos) responderam o questionário Escala Internacional de Eficácia de Quedas para medo de cair (FES-I) e tiveram a área do centro de pressão coletado em quatro situações: (1) ortostase sem perturbações; (2) perturbação do proprioceptiva; (3) perturbação vestibular e; (4) perturbação visual. Todas em apoio bipodal (BIP) e unipodal (UNI) totalizando 8 avaliações. Foi realizada uma ANOVA de três fatores (situação, capacidade auditiva e atividade física) para a área do COP nas 8 avaliações e uma ANOVA de dois fatores (capacidade auditiva e atividade física) para FES-I.

Resultados: Ser praticante de atividade física não altera o FES-I. Surdos tem FES-I menor que ouvintes. Fisicamente ativos apresentam a área em UNI menor que sedentários. Surdos apresentam COP em BIP e em UNI maior que ouvintes. Surdos apresentam COP maior que ouvintes durante perturbação vestibular e visual. Perturbação visual não afeta o equilíbrio de ouvintes.

Relevância: Apesar de o equilíbrio melhorar com a prática de exercícios físicos, não há uma adaptação específica em uma das situações de perturbação sensorial. Surdos são mais dependentes do sistema visual para controle do equilíbrio e são mais sensíveis a perturbações vestibulares. O exercício pode ser recomendado como ferramenta para melhora do equilíbrio.

Palavras-chave: equilíbrio, surdos, exercício, biomecânica.

1 **EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY ON SBALANCE UNDER DIFFERENT SENSORY**
2 **DISTURBANCES IN YOUNG ADULT DEATHS**

3
4 **ABSTRACT**

5
6 **Background:** Deafness can lead to deficits in balance, exercise can be an important tool for
7 improving the balance, however it is not clear which are the balance control systems that
8 improve the most with the physical practice.

9 **Research question:** Verify the effect of physical exercise practice on balance control under
10 different disturbances of the sensory systems.

11 **Methods:** 43 young adult men: 20 deaf (8 sedentary, 12 physically active) and 23 hearing (11
12 sedentary, 12 physically active) had the center of pressure area collected in four situations: (1)
13 orthostatic posture without disturbance; (2) proprioceptive disturbance; (3) vestibular
14 disturbance and; (4) visual disturbance. All in bipodal (BIP) and unipodal support (UNI),
15 totaling 8 evaluations. A three-way ANOVA (situation, auditory capacity and physical activity)
16 was performed for the COP area in the 8 evaluations.

17 **Results:** Active ones shown smaller UNI COP area in than sedentary group. Deaf people present
18 BIP COP area greater than hearing group. Deaf people present higher COP area than the hearing
19 ones during vestibular and visual disturbance. Visual disturbance does not affect the balance of
20 the hearing ones

21 **Relevance:** Exercise improves balance but there is no specific adaptation in one of the sensory
22 control systems. Deaf people are more dependent on the visual system for balance control and
23 are more sensitive to vestibular disturbances.

24
25 **Key words:** balance, deafness, exercise, biomechanics.
26
27

1 EFEITOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NO MEDO DE CAIR E EQUILÍBRIO

2 ESTÁTICO SOB DIFERENTES PERTURBAÇÕES SENSORIAIS EM SURDOS ADULTOS JOVENS

4 3.1. INTRODUÇÃO

5 A surdez atinge cerca de 2 milhões de pessoas até 18 anos no Brasil e de 4 a 10 milhões
6 de pessoas de 18 a 39 anos, e conforme aumenta a idade aumenta também o número de pessoas
7 com perda auditiva (Ibge, 2013). Além de dificuldades de comunicação, a surdez pode levar a
8 déficits no desenvolvimento de habilidades motoras em geral, sendo uma das mais atingidas o
9 equilíbrio (Gronski, 2013; Majlesi *et al.*, 2014) tanto em jovens quanto idosos (Negahban,
10 Cheshmeh Ali e Nassadj, 2017; Melo *et al.*, 2018). Podemos entender o equilíbrio como a
11 capacidade de manutenção da posição corporal para orientação e estabilidade, a partir do
12 controle do centro de massa em relação à base de suporte do corpo, mesmo em resposta às
13 perturbações internas ou externas, voluntárias ou involuntárias (Winter, 2009).

14 O equilíbrio em nosso organismo é controlado principalmente por três sistemas
15 sensoriais: o sistema vestibular, que detecta desvios na orientação da cabeça com relação à
16 linha de ação da gravidade; o sistema visual, que detecta o posicionamento da cabeça com
17 relação ao ambiente ao redor; e o sistema proprioceptivo, que detecta o posicionamento
18 relativo dos membros inferiores com relação à superfície e o movimento da cabeça relativa ao
19 corpo (Peterka, 2002; Hall, 2011). A partir dessas vias aferentes, o corpo se comunica com os
20 núcleos responsáveis pelo controle do equilíbrio localizados na ponte (núcleo vestibular) e no
21 cerebelo (vestíbulo cerebelo) (Lent, 2001; Hall, 2011).

22 Como o labirinto e a cóclea estão intimamente relacionados (Tribukait, Brantberg e
23 Bergenius, 2004; Zhou *et al.*, 2009), existem evidências que apontam que pessoas com perda
24 auditiva tem menor confiança no equilíbrio e maior medo de cair, associado à menor
25 capacidade de manutenção do equilíbrio sobre situações de perturbação dos sistemas
26 sensoriais aferentes (Suarez *et al.*, 2007; Wolter *et al.*, 2016). No entanto, poucos estudos
27 avaliaram essas características em surdos adultos. Uma das formas de adaptar estes sistemas e
28 melhorar o equilíbrio seria a partir da prática desportiva (Zemková, 2014b). Sabe-se que, por
29 exemplo, que o judô melhora o equilíbrio em apoio unipodal (Paillard, Montoya e Dupui, 2007)
30 e o ciclismo pode causar adaptações específicas aos sistemas aferentes sensorial visual e
31 proprioceptivo (Lion *et al.*, 2009). No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos de da atividade

1 física sobre o equilíbrio de surdos adultos. No Brasil, conforme senso realizado em 2013, apenas
2 22,5% das pessoas praticavam o nível recomendado de atividade física (Ibge, 2013) e a melhora
3 do equilíbrio poderia ser mais um argumento para políticas públicas de incentivo à prática de
4 exercícios, principalmente para a comunidade de surdos.

5 Além do equilíbrio diminuído, pessoas com perda auditiva tem mais medo de cair e
6 menor confiança no próprio equilíbrio que ouvintes, no entanto, a maior parte dos estudos que
7 avalia estes parâmetros é em pessoas idosas (Lacerda *et al.*, 2012; Bruce *et al.*, 2019). Não há
8 informações suficientes sobre medo de cair e a confiança no equilíbrio de surdos adultos jovens.
9 Simultaneamente, é importante conhecer quais perturbações aos sistemas sensoriais aferentes
10 de controle do equilíbrio causam maior dificuldade na manutenção do equilíbrio de indivíduos
11 surdos, uma vez que exercícios específicos podem ser recomendados.

12 Usualmente a avaliação do medo de cair é realizada por meio de questionários como a
13 Escala Internacional de Eficácia de Quedas (FES-I) (Yardley *et al.*, 2005), ferramentas que
14 aponta relação com o equilíbrio cotidiano (Camargos *et al.*, 2010; Marques *et al.*, 2013). Já a
15 medida considerada padrão ouro do desempenho de equilíbrio é a aquisição do COP por meio
16 de plataforma de força (Clark *et al.*, 2018). Como durante o cotidiano diversos são os desafios
17 que podem prejudicar nossos sistemas sensoriais aferentes é importante entender se existe
18 relação entre a confiança no equilíbrio e o medo de cair com o equilíbrio medido por meio do
19 COP sob diferentes perturbações em surdos em ouvintes. Uma vez que, o equilíbrio medido em
20 ortostase, muitas vezes não é suficiente para detectar diferenças entre indivíduos (Hrysomallis,
21 2011; Kiers *et al.*, 2013). Desta forma, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito da prática
22 de exercícios físicos no desempenho de controle do equilíbrio sob diferentes situações de
23 perturbação dos sistemas sensoriais de surdos adultos jovens, bem como investigar a relação
24 entre essas situações com o medo de cair e a confiança no equilíbrio.

25 3.2. MÉTODOS

26 3.2.1. Participantes

27 A partir de um cálculo amostral para a família de testes F utilizando; tamanho de efeito
28 de 0,25, probabilidade de erro alfa de 0,05 e poder estatístico de 0,9, obteve-se um tamanho
29 amostral total de 40 indivíduos. Contando com perda amostral de 7,5%, 43 voluntários do sexo
30 masculino participaram do presente estudo. Divididos em dois fatores (capacidade auditiva e

1 atividade física) e quatro subgrupos (ouvintes ativos, ouvintes sedentários, surdos ativos,
 2 surdos sedentários). Sendo 20 surdos profundos (4 com histórico de utilização de aparelho de
 3 amplificação sonora individual) destes 8 sedentários e 12 fisicamente ativos e 23 ouvintes,
 4 destes 11 sedentários e 12 fisicamente ativos (tabela 3-1). Pareados por idade, estatura e
 5 massa, sem diferenças significativas antropométricas (Zrodowska *et al.*, 2018) entre os grupos
 6 para idade (atividade física: $p=0,229$; condição auditiva: $p=0,119$), peso (atividade física:
 7 $p=0,345$; condição auditiva: $p=0,979$) e estatura (atividade física: $p=0,169$; condição auditiva:
 8 $p=0,261$). O grupo de surdos foi composto apenas por voluntários com surdez profunda
 9 autodeclarada com histórico de diagnóstico de perda auditiva superior à 70 dB e fluentes em
 10 Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Não foi determinada a etiologia da perda auditiva. Foram
 11 excluídos deste estudo indivíduos que apresentassem condições ou limitações
 12 neuromusculares ou musculoesqueléticas de qualquer tipo. Foram considerados fisicamente
 13 ativos aqueles indivíduos que praticassem exercícios físicos orientados por 150 minutos de
 14 atividade moderada ou intensa por semana (Oms, 2015) distribuídos em ao menos duas
 15 sessões semanais nos últimos seis meses (Guedes, Lopes e Guedes, 2005). Quando surdos eram
 16 avaliados, sempre havia um interprete fluente em LIBRAS no local de avaliação para orientação
 17 do protocolo e esclarecimentos. O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética local.
 18 Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.
 19

Tabela 3-1: Caracterização da amostra. Apresentada pelos fatores da ANOVA (atividade física e capacidade auditiva e pelos subgrupos em cada fator).

	Fatores				Subgrupos			
	Condição auditiva		Atividade física		Ouvintes ativos (N=12)	Ouvintes sedentários (N=11)	Surdos ativos (N=12)	Surdos sedentários (N=8)
	Ouvintes (N=23)	Surdos (N=20)	Ativos (N=24)	Sedentários (N=19)				
	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)
Idade (anos)	23,9 (±3,6)	25,8 (±3,8)	24,1 (±3,7)	25,4 (±3,8)	23,2 (±3,0)	24,6 (±4,1)	25,1 (±4,3)	27,0 (±2,9)
Massa (kg)	77 (±16)	76 (±19)	75 (±14)	79 (±20)	77 (±15)	77 (±17)	71 (±12)	83 (±27)
Estatura (cm)	177 (±7)	175 (±6)	175 (±6)	178 (±7)	176 (±6)	179 (±7)	173 (±5)	176 (±8)

N: número amostral. DP: desvio padrão

1 3.2.2. Coleta de dados

2 Para verificar o medo de cair foi utilizado o questionário FES-I (Yardley *et al.*, 2005). O
3 FES-I é composto por 16 questões e avalia o medo de cair durante a realização das atividades
4 específicas e vai de 16 a 64 (ausência de medo a medo extremo) (Camargos *et al.*, 2010). Não
5 foram encontrados na literatura questionários já utilizados para avaliação do medo de cair
6 especificamente de surdos, por este motivo um interprete em LIBRAS auxiliou todos os surdos
7 na resposta aos questionários. O resultado do questionário FES-I foi adotado como variável
8 dependente.

9 Antes de avaliar o equilíbrio, massa (balança Geratherm 100g) e estatura (estadiômetro
10 Cauduro Ltda. Modelo BB) foram mensurados. O equilíbrio foi avaliado por meio do DOP
11 adquirido por uma plataforma de força AMTI (OR6-7, Advanced Mechanical Technologies,
12 Massachusetts, USA) conectada a um sistema VICON (Motion Capture Systems from Vicon OMG,
13 Oxford, UK) que capturou o centro de pressão (COP) a 1000Hz. A coleta do COP foi realizada em
14 uma sala sem influência de distrações externas visuais ou sonoras, sempre no turno da manhã,
15 sem que os voluntários tivessem realizado exercício físicos no dia da avaliação.

16 Quatro situações de equilíbrio foram coletadas em apoio bipodal (BIP) e quatro em apoio
17 unipodal (UNI) totalizando 8 avaliações. Das quatro situações uma foi sem perturbações,
18 ortostase com olhos abertos, sobre a plataforma e com a cabeça parada (Ort.) e três tipos de
19 perturbação dos sistemas sensoriais aferentes: (1) perturbação do sistema visual, olhos
20 fechados; (2) perturbação do sistema proprioceptivo, apoio sobre espuma de borracha de
21 colchão ortopédico (61cm × 41 cm × 13 cm Pro Fisiomed. Porto Alegre, Brasil); e (3)
22 perturbação do sistema vestibular, circundação cervical em amplitude máxima e em ritmo
23 constante e confortável. Cada perturbação, em ordem aleatória, teve o COP coletado durante 30
24 segundos. Foi permitido que o voluntário realizasse uma familiarização prévia com cada
25 situação antes de cada teste. Durante as situações UNI foi solicitado que fosse realizado sobre a
26 perna dominante. Durante todos os testes (com olhos abertos) os voluntários deveriam olhar
27 fixamente para um ponto à aproximadamente 3 metros e solicitados para manter a postura
28 mais estática possível. Foi solicitado que os indivíduos ficassem com os braços parados ao lado
29 do corpo junto aos quadris e, se por algum motivo, o voluntário perdesse o equilíbrio ou
30 movesse os braços o teste era interrompido.

1 3.2.3. Análise de dados

2 Todos os sinais do COP foram suavizados com um filtro passa-baixa Butterworth de
3 segunda ordem com frequência de corte de 10Hz (Schubert e Kirchner, 2014). A área da elipse
4 de 95% dos dados do COP calculada no MATLAB (Mathworks, R2014a) conforme recomendado
5 por Schubert e Kirchner (2014). O resultado de área do COP em BIP (aCOP-BIP) e UNI (aCOP-
6 UNI) durante cada situação de perturbação sensorial foi determinado como variável
7 dependente utilizada para a avaliação do equilíbrio dos voluntários.

8 Para a análise estatística a capacidade auditiva (dois níveis: surdos e ouvintes) e a
9 atividade física (dois níveis: ativos e sedentários) foram consideradas como fatores da ANOVA
10 para as variáveis dependentes: FES-I, aCOP-BIP e aCOP-UNI. As situações de perturbação
11 (quatro níveis: ortostase, perturbação vestibular, visual e proprioceptiva) foram consideradas
12 um terceiro fator para as variáveis dependentes: aCOP-BIP e aCOP-UNI. Desta forma, foi
13 realizada uma ANOVA de três fatores (situação, capacidade auditiva e atividade física) para
14 cada variável dependente de equilíbrio (aCOP-BIP e aCOP-UNI) e uma ANOVA de dois fatores
15 (capacidade auditiva e atividade física) para o medo de cair (FES-I), todas no software IBM SPSS
16 Statistics (22.0 for Windows). O valor de alfa adotado foi $\alpha < 0,05$.

17 Os resultados são apresentados em tabelas com média e desvio padrão de cada variável
18 dependente (FES-I, aCOP-BIP e aCOP-UNI) para todos os efeitos principais e para as interações
19 quando ocorreram. São apresentados os resultados de índice de significância (p), estatística F,
20 tamanho de efeito (η^2) e poder estatístico ($1-\beta$) da ANOVA para cada teste realizado

21 3.3. RESULTADOS

22 A atividade física não influencia o medo de cair. Surdos tem maior medo de cair que
23 ouvintes. Não existe interação entre atividade física e capacidade auditiva para o medo de cair
24 o que indica que esses resultados se repetem nos subgrupos (tabela 3-2).

25

Tabela 3-2: Estatística descritiva dos efeitos principais para os fatores **atividade física** e **capacidade auditiva** no questionário de escala de eficácia de quedas internacional (FES-I).

	Ativos	Sedentários	Efeito Principal (AF)	Ouvintes	Surdos	Efeito Principal (CA)	Interação (AF vs. CA)
	Média (±DP)	Média (±DP)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Média (±DP)	Média (±DP)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)
FES-I	22,3 (±6,8)	23,3 (±7,7)	0,342 (0,001; 0,000; 0,950)	19,2 (±2,6)	28,5 (±8,5)	0,000* (21,43; 0,417; 0,394)	0,800 (0,065; 0,002; 0,943)

* indica a comparação em que houve diferenças significativas (p<0,05) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA – DP; desvio padrão. AF: Atividade Física. CA: Capacidade Auditiva

1

2

3

4

5

6

Independentemente da situação de perturbação sensorial; fisicamente ativos tem mesma aCOP-BIP e menor aCOP-UNI que sedentários, surdos apresentaram aCOP-BIP e aCOP-UNI maior que ouvintes, apenas aCOP-UNI apresentou interação entre capacidade auditiva e atividade física (tabela 3-3).

Tabela 3-3: Tabela Resultados de efeito principal da ANOVA para os fatores **capacidade auditiva e atividade física** nas variáveis de equilíbrio em apoio unipodal e bipodal.

Área do COP (mm ²)	Ativos	Sedentários	Efeito Principal (AF)	Ouvintes	Surdos	Efeito Principal (CA)	Interação (AF vs. CA)
	Média (±DP)	Média (±DP)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Média (±DP)	Média (±DP)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)	Sig. (F; η^2 ; 1- β)
aCOP-BIP (Ort. & PT)	744 (±691)	703 (±663)	0,981 (0,001; 0,000; 0,950)	589 (±514)	869 (±792)	0,000* (13,71; 0,081; 0,043)	0,156 (2,031; 0,013; 0,706)
aCOP-UNI (Ort. & PT)	7536,5 (±10528)	10563 (±15064)	0,010* (6,849; 0,042; 0,261)	6786 (±9352)	11061 (±15344)	0,000* (12,86; 0,076; 0,054)	0,005* (8,142; 0,050; 0,191)

* indica a comparação em que houve diferenças significativas (p<0,05) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA – DP; desvio padrão. aCOP-BIP (Ort & PT) indica a área do COP em apoio Bipodal independente da condição de perturbação aCOP-UNI (Ort & PT) indica a área do COP em apoio Unipodal independente da condição de perturbação. Ort.: ortostase PT.: perturbação .

7

8

9

10

11

12

13

Ao realizar os desdobramentos da interação supracitada; independentemente da perturbação avaliada aCOP-UNI foi maior para surdos sedentários do que para ouvintes sedentários e maior para surdos sedentários do que para surdos fisicamente ativos. Ouvintes fisicamente ativos apresentaram a mesma aCOP-UNI que ouvintes sedentários e que surdos fisicamente ativos (tabela 3-4).

Tabela 3-4: Resultados dos desdobramentos das interações entre os fatores atividade física e capacidade auditiva encontradas na ANOVA para a variável área do COP em apoio unipodal, independentemente da situação de perturbação.

Área do COP (mm ²)	Estatística descritiva entre os Subgrupos				Resultados da ANOVA			
	Ouv. Ativ.	Ouv. Sed.	Surdo Ativ.	Surdo Sed.	Ativos Ouv. vs. Sur.	Sedentário Ouv. vs. Sur.	Ouvinte Ativ. vs. Sed	Surdo Ativ. vs. Sed
	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Sig. (F; η ² ; 1-β)	Sig. (F; η ² ; 1-β)	Sig. (F; η ² ; 1-β)	Sig. (F; η ² ; 1-β)
aCOP-UNI (Ort. & PT)	6958 (±9651)	6614 (±9152)	8026 (±11287)	15993 (±19500)	0,580 (0,307; 0,002; 0,915)	<0,001* (18,426; 0,106; 0,011)	0,861 (0,029; 0,000; 0,947)	<0,001* (14,21; 0,083; 0,037)

* indica a comparação em que houve diferenças significativas (p<0,05) – sig; indica o valor de p encontrado em cada comparação da ANOVA – DP; desvio padrão. aCOP-UNI (Ort & PT) indica a área do COP em apoio Unipodal independente da condição de perturbação. Ort.: ortostase PT.: perturbação. Sur.: surdos. Ouv.: ouvintes. Ativ.: fisicamente ativos. Sed.: sedentários

1

2

3

4

5

6

7

Não foram encontradas interações entre as perturbações sensoriais e capacidade auditiva para aCOP-BIP, ou seja, surdos e ouvintes apresentam mesmo comportamento de aCOP-BIP e aCOP-UNI em cada perturbação sensorial. Apenas aCOP-UNI apresentou interação significativa com atividade física. Não houve interação entre três fatores (perturbação sensorial vs. capacidade auditiva vs. atividade física) (tabela3-5).

Tabela 3-5: Resultados da ANOVA para as interações entre o fator perturbação sensorial e os fatores capacidade auditiva e atividade física.

	Interação PT vs. AF Sig. (F; η ² ; 1-β)	Interação PT vs. CA Sig. (F; η ² ; 1-β)	Interação PT vs. CA vs. AF Sig. (F; η ² ; 1-β)
aCOP-BIP	0,786 (0,354; 0,007; 0,882)	0,089 (2,207; 0,041; 0,448)	0,259 (1,355; 0,025; 0,644)
aCOP-UNI	0,064 (2,472; 0,045; 0,395)	0,006* (4,269; 0,076; 0,144)	0,056 (2,572; 0,047; 0,376)

AF: Atividade física. CA: Capacidade Auditiva. PT: Perturbação aCOP-BIP indica a área do COP em apoio Bipodal aCOP-UNI indica a área do COP em apoio Unipodal.

8

9

10

11

12

13

14

15

16

Quanto aos desdobramentos da interação encontrada entre situação de perturbação sensorial e capacidade auditiva; ouvintes e surdos tem a aCOP-UNI aumentada pela perturbação vestibular e não afetada pela perturbação proprioceptiva. Apenas surdos tem aumento da aCOP-UNI com a perturbação visual. Em ortostase e durante perturbação visual surdos e ouvintes tem a mesma aCOP-UNI. Surdos são mais dependentes dos sistemas visual e vestibular que ouvintes uma vez que apresentaram maior aCOP-UNI que ouvintes nestas duas condições de perturbação (tabela 3-6).

Tabela 3-6: Resultados dos desdobramentos das interações entre os fatores situação de perturbação e capacidade auditiva encontradas na ANOVA para a variável área do COP em apoio unipodal (aCOP-UNI) e apoio bipodal (aCOP-BIP), independentemente da prática de atividade física.

aCOP-UNI (mm ²)	Ouvintes		Surdos		Desdobramento Ouv. vs. Sur. Sig. (<i>F</i> ; η^2 ; $1-\beta$)
	Média (\pm DP)	Sig. comparação Ort. vs. PT (<i>F</i> ; η^2 ; $1-\beta$)	Média (\pm DP)	Sig. comparação Ort. vs. PT (<i>F</i> ; η^2 ; $1-\beta$)	
Ort. unipodal (sem PT)	1230 (\pm 411)		1393 (\pm 535)		0,939 (0,006; 0,000; 0,949)
PT vestibular (circundução)	16604 (\pm 12547)	Sig. Ort. vs. PTvest <0,001*	21737 (\pm 16811)	Sig. Ort. vs. PTvest <0,001*	0,011* (6,560; 0,040; 0,279)
PT visual (olhos fechados)	7695 (\pm 6498)	Sig. Ort. vs. PTvis 0,144	19078 (\pm 17959)	Sig. Ort. vs. PTvis <0,001*	<0,001* (19,07; 0,109; 0,009)
PT proprioceptiva (espuma)	1617 (\pm 600)	Sig. Ort. vs. PTprop 1,000 (31,77; 0,379; 0,000)	2035 (\pm 911)	Sig. Ort. vs. PTprop 1,000 (12,84; 0,198; 0,000)	0,868 (0,028; 0,000; 0,947)

DP: Desvio padrão; * indica diferenças significativas ($p < 0,05$) – sig.; indica o valor de p . Ouv: grupo de ouvintes. Sur: grupo de surdos. Ort: ortostase. PT: perturbação. PTvest: Perturbação vestibular. PTvis: perturbação visual. PTprop: perturbação proprioceptiva. NT: indica comparação não testada devido à falta de interação na ANOVA (tabela 3-5).

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Apesar de surdos apresentarem maior medo de cair (Tabela 3-2) e maior aCOP-BIP e aCOP-UNI (Tabela 3-3), não foram encontradas correlações entre as respostas de FES-I e aCOP-BIP e aCOP-UNI nas diferentes situações de perturbação sensorial de surdos. Foram encontradas correlações positivas e significativas apenas para a situação sem perturbações e perturbação proprioceptiva para aCOP-BIP em fisicamente ativos e para aCOP-UNI durante perturbação visual de sedentários e durante perturbação proprioceptiva em fisicamente ativos. Especificamente durante estas situações de avaliação do COP, quanto maior a área maior o medo de cair medido por FES-I (Tabela 3-7).

Tabela 3-7: Resultados das correlações bivariadas entre FES-I (τ de Kendal) e as situações de avaliação do COP nos quatro grupos estudados.

Situações de perturbação	FES-I vs. PT aCOP-BIP				FES-I vs. PT aCOP-UNI			
	Capacidade auditiva		Atividade física		Capacidade auditiva		Atividade física	
	Surdos	Ouvinte	Ativo	Sedentário	Surdos	Ouvinte	Ativo	Sedentário
	τ (sig.)	τ (sig.)	τ (sig.)	τ (sig.)	τ (sig.)	τ (sig.)	τ (sig.)	τ (sig.)
Ort. (sem PT)	0,027 (0,901)	0,066 (0,690)	0,409* (0,018)	-0,117 (0,550)	0,039 (0,854)	0,015 (0,927)	0,097 (0,572)	0,097 (0,619)
PT vestibular (circundução)	-0,065 (0,759)	-0,101 (0,540)	0,224 (0,191)	-0,240 (0,215)	0,170 (0,425)	-0,172 (0,297)	-0,201 (0,243)	0,174 (0,371)
PT visual (olhos fechados)	-0,039 (0,854)	-0,030 (0,854)	0,085 (0,621)	-0,039 (0,843)	0,208 (0,327)	-0,061 (0,712)	-0,147 (0,396)	0,410* (0,036)
PT proprioceptiva (espuma)	0,107 (0,621)	-0,056 (0,736)	0,405* (0,019)	-0,167 (0,396)	-0,130 (0,540)	0,131 (0,425)	0,341* (0,048)	-0,232 (0,233)

Sig: indica o valor de p encontrado. * indica correlação significativa. PT: perturbação sensorial. Ort: ortostase.

11

1 3.4. DISCUSSÃO

2 O principal objetivo deste estudo foi verificar se há diferença no desempenho de
3 equilíbrio sob diferentes condições de perturbação dos sistemas de controle do equilíbrio de
4 surdos e ouvintes e se a prática de exercícios físicos poderia ser benéfica para o controle do
5 equilíbrio de surdos sob estas perturbações. Foi hipotetizado que o sistema vestibular de
6 surdos poderia estar prejudicado devido à deficiência auditiva, independente da etiologia,
7 surdos seriam dependentes predominantemente do sistema visual para controlar o equilíbrio
8 e que o exercício traria adaptações específicas ao déficit sensorial vestibular de surdos. Foi
9 encontrado que surdos tem o equilíbrio inferior a ouvintes em apoio bipodal e unipodal, e que
10 sedentários tem o equilíbrio piorado apenas em apoio unipodal. Especificamente os surdos que
11 fazem atividade física tiveram seu equilíbrio melhorado apenas em apoio unipodal. No entanto,
12 ao contrário da nossa hipótese inicial o grupo praticante de exercício físico não apresentou
13 adaptações específicas a uma ou outra situação de perturbação dos sistemas de controle do
14 equilíbrio (ausência de interação entre situação de perturbação vs. atividade física, tabela 3-5).

15 Não foi encontrado efeito principal da atividade física sobre o medo de cair ou sobre a
16 confiança no equilíbrio na população estudada. Não foram encontrados estudos que avaliaram
17 o efeito do exercício em surdos e que aplicaram FES-I. No entanto, mesmo em idosos, a prática
18 de exercícios físicos tem apresentado efeito com pequeno grau de evidência sobre o medo de
19 cair (Kendrick *et al.*, 2014). No presente estudo, a faixa etária foi de 18 a 33 anos, logo o fator
20 exercício parece não influenciar essa característica nessa população. Quanto ao fator condição
21 auditiva, surdos apresentaram 48% mais medo de cair que ouvintes. O questionário FES-I já foi
22 aplicado em indivíduos idosos com perda auditiva moderada e severa, ilustrando a influência
23 que a condição auditiva tem nesse parâmetro (Lacerda *et al.*, 2012; Wollesen *et al.*, 2018). Até
24 onde sabemos este é o primeiro estudo que avalia e encontra maior medo de cair em surdos
25 adultos jovens o que reforça a importância do sentido da audição com relação às quedas mesmo
26 antes da velhice. Além das informações subjetivas de FES-I verificamos que surdos
27 apresentaram o desempenho de equilíbrio diminuído, aCOP-BIP em média 47% maior e aCOP-
28 UNI 62% maior, independentemente da perturbação sensorial. Estes achados reforçam a ideia
29 de que surdos apresentam prejuízo no equilíbrio de maneira global.

30 Sedentários apresentaram mesma aCOP-BIP que ativos e aCOP-UNI 40% maior,
31 independentemente da perturbação sensorial. Conforme mencionado por Zemková (2014b; a)

1 muitas vezes são necessárias situações de maior desafio, como o apoio unipodal, para
2 evidenciar as diferenças individuais no controle do equilíbrio. Aparentemente, o grupo
3 praticante de exercícios físicos inespecíficos, apresentou adaptações aos sistemas de *input*
4 sensorial também inespecíficos, uma vez que não foram encontradas interações entre atividade
5 física e as situações de perturbação. Quando avaliado, sob corte longitudinal ou em grupos
6 praticantes de modalidades específicas, alguns esportes podem trazer adaptações específicas a
7 um sistema de input sensorial (Vuillerme *et al.*, 2001; Paillard, Montoya e Dupui, 2007; Paillard,
8 2014), no entanto, clínicos podem recomendar a prática de exercícios de maneira recreativa
9 para surdos adultos a fim de melhorar seu equilíbrio, mesmo que as adaptações sejam
10 inespecíficas, visto que o grau de desempenho em um esporte não é relacionado ao desempenho
11 de equilíbrio (Hrysomallis, 2011).

12 Surdos sedentários tem aCOP-UNI 99% maior que surdos ativos e 141% maior que
13 ouvintes sedentários (tabela 3-4). Ser praticante de exercícios é nitidamente mais influente
14 especificamente sobre o desempenho de equilíbrio unipodal de surdos. Apesar de não termos
15 encontrado interação entre a capacidade auditiva e a atividade física para FES-I, uma vez que a
16 sustentação do equilíbrio em apoio unipodal pode ser importante para atividades de vida
17 diária, podemos dizer que a prática de exercícios deve ser recomendada para surdos também
18 com propósito de melhora do equilíbrio cotidiano em situações de apoio unipodal.

19 A aCOP-UNI aumentou em ouvintes (1249%) e surdos (1460%) após perturbação
20 vestibular em comparação à ortostase unipodal, onde surdos apresentaram desempenho
21 significativamente inferior a ouvintes (tabela 3-6). Isso ilustra uma maior dificuldade na
22 manutenção do equilíbrio em surdos sob perturbações no sistema vestibular. Muitos autores
23 sugerem que surdos apresentam déficits no sistema vestibular, mas as razões ainda não são
24 claras. Sugere-se que devido aos órgãos auditivos e vestibular apresentarem diversas
25 características conexas, surdos acabam por sofrer com menor desenvolvimento de habilidades
26 motoras e equilíbrio simultaneamente a um menor engajamento em atividades físicas
27 desafiadoras desde a infância (De Kegel *et al.*, 2011; Acak, 2012; Karademir, 2015; Melo *et al.*,
28 2018). Dentre as razões para os déficits associados de sistema auditivo e vestibular são
29 encontrados na literatura: mesmo desenvolvimento embrionário do labirinto e cóclea (Wolter
30 *et al.*, 2016), proximidade anatômica e funcional (Rine *et al.*, 2000; Zhou *et al.*, 2009),
31 compartilhamento de estruturas (Tribukait, Brantberg e Bergeniuss, 2004; Zhou *et al.*, 2009),

1 estruturas neurais semelhantes (Grue *et al.*, 2009; Negahban, Cheshmeh Ali e Nassadj, 2017) e
2 perda de função associada (Zuniga *et al.*, 2012; Xu *et al.*, 2016).

3 A perturbação proprioceptiva não afetou aCOP-UNI de surdos ou ouvintes, já a
4 perturbação visual aumentou 36% a aCOP-UNI em relação à ortostase unipodal de surdos e não
5 afetou ouvintes. Ouvintes se mostraram menos sensíveis à perturbação visual concordando
6 com estudos prévios (Vuillerme *et al.*, 2001; Fujimoto *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2015; Negahban,
7 Cheshmeh Ali e Nassadj, 2017). Surdos apresentam maior dependência do sistema visual do
8 que do proprioceptivo durante apoio unipodal que ouvintes. Esses resultados podem
9 representar um direcionamento do controle do equilíbrio para a visão em detrimento à
10 propriocepção, uma vez que, conforme supracitado, surdos apresentam déficits do sistema
11 vestibular.

12 Mesmo apresentando maior medo de cair e também apresentarem menor desempenho
13 de aCOP-BIP e aCOP-UNI, FES-I e aCOP não apresentaram nenhuma correção conforme a
14 condição auditiva. Aparentemente estas variáveis, apesar de serem diferente entre os grupos,
15 não se comportam de maneira semelhante. As únicas correlações encontradas foram nos
16 grupos com diferentes atividades físicas. Um aspecto importante a ser destacado nestes
17 resultados é que a perturbação proprioceptiva foi a única situação de perturbação sensorial que
18 apresentou correlação com FES-I tanto em aCOP-BIP quanto em aCOP-UNI, outros estudos têm
19 apresentado relação entre a atividade física e o medo de cair (Tinetti *et al.*, 1994; Li *et al.*, 2003),
20 no entanto a faixa etária elevada dos voluntários desses estudos ainda é uma limitação para
21 maiores aproximações com o presente estudo realizado com adultos jovens. Uma vez que o
22 medo de cair é multifatorial e pode ser influenciado por uma série de fatores, como idade, sexo,
23 equilíbrio, hábitos de vida diários entre outros (Scheffer *et al.*, 2008), sugerem-se estudos que
24 avaliem a relação entre o COP e o medo de cair em indivíduos surdos já com o histórico de
25 quedas recente ou em atividades de vida diárias específicas como a marcha. Outro aspecto é
26 que durante a prática de exercícios físicos e processos de reabilitação, profissionais do
27 movimento devem atentar às situações de dificuldades de equilíbrio durante exercícios com
28 desafios proprioceptivos para diminuição do medo de cair.

29 Nosso estudo propõe um protocolo de fácil execução e padronização. Apesar de
30 sabermos que cada perturbação não causa um estresse proporcional para cada sistema de input
31 sensorial e que ao perturbar um sistema não estamos necessariamente excluindo um prejuízo
32 nos demais (e.g. ao realizar a circundação cervical a utilização da visão para manutenção do

1 equilíbrio foi prejudicada, pois não foi possível manter o olhar em um ponto fixo), deixamos
2 claro que é possível evidenciar diferenças entre grupos com diferentes condições auditivas e de
3 atividade física. Outra limitação é que não houve controle da etiologia da surdez de cada
4 participante. Estudos futuros podem observar os efeitos de cada perturbação em diferentes
5 etiologias e identificar se diferentes se modalidades diferentes modalidades esportivas podem
6 provocar adaptações específicas

7 Nossos achados não excluem a dependência da audição para o equilíbrio (Gandemer *et*
8 *al.*, 2017; Negahban, Cheshmeh Ali e Nassadj, 2017). No entanto, mostram que há sim um
9 prejuízo maior especificamente no sistema vestibular de surdos ($p < 0,05$ do aCOP-UNI entre
10 ouvintes e surdos durante a perturbação vestibular). A partir destes resultados é possível
11 inferir que há uma interdependência entre o sistema vestibular e auditivo, seja por questões
12 culturais ou pelo mal funcionamento da cóclea que pode prejudicar o funcionamento do
13 vestibulo. E que, apesar de o equilíbrio melhorar com a prática de exercícios físicos, não há uma
14 adaptação específica em um dos sistemas de input sensorial para o controle do equilíbrio
15 (ausência de interação atividade vs. situação). Clínicos e profissionais do movimento devem
16 estar atentos ao incentivo à prática de exercícios físicos para surdos uma vez que este é um
17 fator determinante do seu equilíbrio de maneira não específica aos sistemas de input sensorial.
18 Além disso, métodos de aprimoramento do controle equilíbrio em via da utilização dos sistemas
19 visual e proprioceptivo devem ser incentivados principalmente para surdos.

20 3.5. CONCLUSÃO

21 O exercício não apresentou efeito sobre o equilíbrio em apoio bipodal, medo de cair e
22 confiança no equilíbrio. No entanto, durante o apoio unipodal ativos apresentaram melhor
23 desempenho que sedentários independentemente da perturbação sensorial, sendo que o
24 sedentarismo parece afetar de maneira mais importante os indivíduos surdos. A atividade
25 física melhora o equilíbrio apenas durante situações de maior desafio bem como a prática de
26 exercícios inespecíficos causaram também adaptações inespecíficas.

27 Surdos apresentam o maior medo de cair em comparação a ouvintes, juntamente
28 apresentaram menor equilíbrio em apoio unipodal e bipodal que ouvintes. Além disso, surdos
29 parecem ser mais sensíveis a todas as perturbações sensoriais. Mais especialmente às
30 perturbações vestibular e visual em apoio unipodal, o que evidencia sua dependência nesses
31 dois sistemas seja por deficiência do sistema vestibular ou por maior dependência dos sistemas

1 visual e vestibular. Existe correlação positiva o medo de cair e o COP sob perturbação sensorial
2 proprioceptiva apenas para os indivíduos fisicamente ativos., dentre os sistemas de controle do
3 equilíbrio, aparentemente o sistema proprioceptivo parece ter maior associação com as
4 preocupações individuais e segurança durante a interação com o meio medido pelo FES-I.

5

6

7

1 3.6. REFERÊNCIAS DO ARTIGO 3

2 Acak, M. Self-esteem levels among hearing impaired athletes participating in the European
3 Futsal championship. **Energy Education Science and Technology Part B: Social and**
4 **Educational Studies**, v. 4, n. 3, p. 1523-1534, 2012.

5
6 Bruce, H.; Lai, L.; Bherer, L.; Lussier, M.; St-Onge, N.; Li, K. Z. H. The effect of simultaneously and
7 sequentially delivered cognitive and aerobic training on mobility among older adults with
8 hearing loss. **Gait and Posture**, v. 67, p. 262-268, 2019.

9
10 Camargos, F. F. O.; Dias, R. C.; Dias, J. M. D.; Freire, M. T. F. Cross-cultural adaptation and
11 evaluation of the psychometric properties of the Falls Efficacy Scale - International Among
12 Elderly Brazilians (FES-I-BRAZIL). **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 14, p. 237-243,
13 2010.

14
15 Clark, R. A.; Mentiplay, B. F.; Pua, Y. H.; Bower, K. J. Reliability and validity of the Wii Balance
16 Board for assessment of standing balance: A systematic review. **Gait and Posture**, v. 61, p. 40-
17 54, 2018.

18
19 De Keghel, A.; Dhooge, I.; Cambier, D.; Baetens, T.; Palmans, T.; Van Waelvelde, H. Test-retest
20 reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing
21 impaired children. **Gait and Posture**, v. 33, n. 4, p. 679-685, 2011.

22
23 Fujimoto, C.; Murofushi, T.; Chihara, Y.; Ushio, M.; Sugasawa, K.; Yamaguchi, T.; Yamasoba, T.;
24 Iwasaki, S. Assessment of diagnostic accuracy of foam posturography for peripheral vestibular
25 disorders: Analysis of parameters related to visual and somatosensory dependence. **Clinical**
26 **Neurophysiology**, v. 120, n. 7, p. 1408-1414, 2009.

27
28 Gandemer, L.; Parseihian, G.; Kronland-Martinet, R.; Bourdin, C. Spatial cues provided by sound
29 improve postural stabilization: Evidence of a spatial auditory map? **Frontiers in**
30 **Neuroscience**, v. 11, n. JUN, 2017.

31
32 Gronski, M. Balance and Motor Deficits and the Role of Occupational Therapy in Children Who
33 Are Deaf and Hard of Hearing: A Critical Appraisal of the Topic. **Journal of Occupational**
34 **Therapy, Schools, and Early Intervention**, v. 6, n. 4, p. 356-371, 2013.

35
36 Grue, E. V.; Ranhoff, A. H.; Noro, A.; Finne-Soveri, H.; Jensdóttir, A. B.; Ljunggren, G.; Bucht, G.;
37 Björnson, L. J.; Jónsén, E.; Schroll, M.; Jónsson, P. V. Vision and hearing impairments and their
38 associations with falling and loss of instrumental activities in daily living in acute hospitalized
39 older persons in five Nordic hospitals. **Scandinavian Journal of Caring Sciences**, v. 23, n. 4, p.
40 635-643, 2009.

41
42 Guedes, D. P.; Lopes, C. C.; Guedes, J. E. R. P. Reproducibility and validity of the International
43 Physical Activity Questionnaire in adolescents. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.
44 11, n. 2, p. 151-158, 2005.

45
46 Hall, J. E. **Guyton & Hall Tratado de Fisiologia Médica** 12. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

1
2 Hrysomallis, C. Balance ability and athletic performance. **Sports Medicine**, v. 41, n. 3, p. 221-
3 32, Mar 01 2011.
4
5 Ibge, I. B. D. G. E. E. Pesquisa Nacional de Saúde - PNS Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <
6 [https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-](https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-saude)
7 [saude](https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-saude) >.
8
9 Karademir, T. Fear of negative evaluation of deaf athletes. **Anthropologist**, v. 19, n. 2, p. 517-
10 523, 2015.
11
12 Kendrick, D.; Kumar, A.; Carpenter, H.; Zijlstra, G. a. R.; Skelton, D. A.; Cook, J. R.; Stevens, Z.;
13 Belcher, C. M.; Haworth, D.; Gawler, S. J.; Gage, H.; Masud, T.; Bowling, A.; Pearl, M.; Morris, R.
14 W.; Iliffe, S.; Delbaere, K. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the
15 community. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2014, n. 11, 2014.
16
17 Kiers, H.; Van Dieen, J.; Dekkers, H.; Wittink, H.; Vanhees, L. A systematic review of the
18 relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright
19 stance. **Sports Medicine**, v. 43, n. 11, p. 1171-89, Nov 2013.
20
21 Lacerda, C. F.; E Silva, L. O.; De Tavares Canto, R. S.; Cheik, N. C. Effects of hearing aids in the
22 balance, quality of life and fear to fall in elderly people with sensorineural hearing loss.
23 **International Archives of Otorhinolaryngology**, v. 16, n. 2, p. 156-162, 2012.
24
25 Lent, R. **Cem Bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais de Neurociência-2ª edição**.
26 São Paulo: Editora Atheneu, 2001.
27
28 Li, F.; Fisher, K. J.; Harmer, P.; Mcauley, E.; Wilson, N. L. Fear of falling in elderly persons:
29 Association with falls, functional ability, and quality of life. **Journals of Gerontology - Series B**
30 **Psychological Sciences and Social Sciences**, v. 58, n. 5, p. P283-P290, 2003.
31
32 Lion, A.; Gauchard, G. C.; Deviterne, D.; Perrin, P. P. Differentiated influence of off-road and on-
33 road cycling practice on balance control and the related-neurosensory organization. **Journal of**
34 **Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 4, p. 623-30, Aug 2009.
35
36 Majlesi, M.; Farahpour, N.; Azadian, E.; Amini, M. The effect of interventional proprioceptive
37 training on static balance and gait in deaf children. **Research in Developmental Disabilities**,
38 v. 35, n. 12, p. 3562-3567, 12// 2014.
39
40 Marques, A. P.; Mendes, Y. C.; Taddei, U.; Pereira, C. a. B.; Assumpção, A. Brazilian-Portuguese
41 translation and cross cultural adaptation of the activities-specific balance confidence (ABC)
42 scale. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, p. 170-178, 2013.
43
44 Melo, R. D. S.; Lemos, A.; Raposo, M. C. F.; Belian, R. B.; Ferraz, K. M. Balance performance of
45 children and adolescents with sensorineural hearing loss: Repercussions of hearing loss
46 degrees and etiological factors. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v.
47 110, p. 16-21, 2018.
48

- 1 Melo, R. S.; Lemos, A.; Macky, C. F. S. T.; Raposo, M. C. F.; Ferraz, K. M. Postural control
2 assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. **Brazilian Journal**
3 **of Otorhinolaryngology**, v. 81, n. 4, p. 431-438, 2015.
4
- 5 Negahban, H.; Cheshmeh Ali, M. B.; Nassadj, G. Effect of hearing aids on static balance function
6 in elderly with hearing loss. **Gait and Posture**, v. 58, p. 126-129, 2017.
7
- 8 Oms. Site da Organização Mundial da Saúde - O.M.S. (World Health Organization - W.H.O.).
9 (acessado em 04/05/2015). <http://www.who.int>, 2015.
10
- 11 Paillard, T. Sport-specific balance develops specific postural skills. **Sports Medicine**, v. 44, n. 7,
12 p. 1019-1020, 2014.
13
- 14 Paillard, T.; Montoya, R.; Dupui, P. Postural adaptations specific to preferred throwing
15 techniques practiced by competition-level judoists. **Journal of Electromyography and**
16 **Kinesiology**, v. 17, n. 2, p. 241-4, Apr 2007.
17
- 18 Peterka, R. J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. **Journal of**
19 **Neurophysiology**, v. 88, n. 3, p. 1097-1118, 2002.
20
- 21 Powell, L. E.; Myers, A. M. The Activities-Specific Balance Confidence (ABC) scale. **Journals of**
22 **Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 50A, n. 1, p. M28-M34,
23 1995.
24
- 25 Rine, R. M.; Gan, K.; O'hare, T.; Robinson, E.; Cornwall, G.; Locascio, C.; Rice, M. Evidence of
26 progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and
27 concurrent vestibular dysfunction. **Perceptual and Motor Skills**, v. 90, n. 4, p. 1101-1112,
28 2000.
29
- 30 Scheffer, A. C.; Schuurmans, M. J.; Van Dijk, N.; Van Der Hooft, T.; De Rooij, S. E. Fear of falling:
31 measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. **Age**
32 **and Ageing**, v. 37, n. 1, p. 19-24, 2008.
33
- 34 Schubert, P.; Kirchner, M. Ellipse area calculations and their applicability in posturography. **Gait**
35 **& Posture**, v. 39, n. 1, p. 518-522, 2014.
36
- 37 Suarez, H.; Angeli, S.; Suarez, A.; Rosales, B.; Carrera, X.; Alonso, R. Balance sensory organization
38 in children with profound hearing loss and cochlear implants. **International Journal of**
39 **Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 71, n. 4, p. 629-637, 2007.
40
- 41 Tinetti, M. E.; Mendes De Leon, C. F.; Doucette, J. T.; Baker, D. I. Fear of falling and fall-related
42 efficacy in relationship to functioning among community-living elders. **J Gerontol**, v. 49, n. 3, p.
43 M140-7, May 1994.
44
- 45 Tribukait, A.; Brantberg, K.; Bergenius, J. Function of Semicircular Canals, Utricles and Sacculles
46 in Deaf Children. **Acta Oto-Laryngologica**, v. 124, n. 1, p. 41-48, 2004.
47

- 1 Vuillerme, N.; Danion, F.; Marin, L.; Boyadjian, A.; Prieur, J. M.; Weise, I.; Nougier, V. The effect of
2 expertise in gymnastics on postural control. **Neuroscience Letters**, v. 303, n. 2, p. 83-86, 2001.
3
- 4 Winter, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. John Wiley & Sons,
5 2009. ISBN 9780470398180.
6
- 7 Wollesen, B.; Scrivener, K.; Soles, K.; Billy, Y.; Leung, A.; Martin, F.; Iconomou, N.; McMahon, C.;
8 Dean, C. Dual-task walking performance in older persons with hearing impairment:
9 Implications for interventions from a preliminary observational study. **Ear and Hearing**, v. 39,
10 n. 2, p. 337-343, 2018.
- 11
- 12 Wolter, N. E.; Cushing, S. L.; Madrigal, L. D. V.; James, A. L.; Campos, J.; Papsin, B. C.; Gordon, K. A.
13 Unilateral hearing loss is associated with impaired balance in children: A pilot study. **Otology
14 and Neurotology**, v. 37, n. 10, p. 1589-1595, 2016.
15
- 16 Xu, X. D.; Ding, C. R.; Yu, J.; Han, Z.; Gu, J.; Gao, N.; Jia, X. H.; Luo, X.; Wang, J.; Chi, F. L. The hidden
17 dysfunction of otolithic organs in patients with profound sensorineural hearing loss. **Hearing
18 Research**, v. 331, p. 41-46, 2016.
19
- 20 Yardley, L.; Beyer, N.; Hauer, K.; Kempen, G.; Piot-Ziegler, C.; Todd, C. Development and initial
21 validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). **Age and Ageing**, v. 34, n. 6, p. 614-
22 619, 2005.
23
- 24 Zdrodowska, A.; Wiszomirska, I.; Kaczmarczyk, K.; Kosmol, A. Effects of anthropometric factors
25 on postural stability in individuals with hearing impairment. **Acta of Bioengineering and
26 Biomechanics**, v. 20, n. 1, p. 109-115, 2018.
27
- 28 Zemková, E. Author's reply to paillard T: "sport-specific balance develops specific postural
29 skills". **Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 1021-1023, 2014a.
30
- 31 _____. Sport-specific balance. **Sports Medicine**, v. 44, n. 5, p. 579-590, 2014b.
32
- 33 Zhou, G.; Kenna, M. A.; Stevens, K.; Licameli, G. Assessment of saccular function in children with
34 sensorineural hearing loss. **Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery**, v. 135, n.
35 1, p. 40-44, 2009.
36
- 37 Zuniga, M. G.; Dinkes, R. E.; Davalos-Bichara, M.; Carey, J. P.; Schubert, M. C.; King, W. M.; Walston,
38 J.; Agrawal, Y. Association between Hearing Loss and Saccular Dysfunction in Older Individuals.
39 **Otology and Neurotology**, v. 33, n. 9, p. 1586-1592, 2012.

II. CONCLUSÃO

Uma vez que o sistema vestibular e a cóclea são órgãos anatomicamente próximos, possuem mesma inervação e podem ser suscetíveis aos mesmos agentes nocivos, é razoável presumir que pessoas surdas apresentem problemas vestibulares concomitantes à perda auditiva, a citar a redução do equilíbrio e o atraso no desenvolvimento de tarefas motoras como a marcha. Dentre as diversas adaptações positivas que o exercício pode causar em nosso organismo, estão as alterações da marcha e a melhora do controle do equilíbrio, o que motivou a construção da presente tese, a qual objetivou testar a hipótese de que a prática de exercícios pode ser benéfico para o desempenho da marcha e para o equilíbrio de surdos.

A partir dos resultados dos estudos previamente apresentados podemos destacar os resultados mais importantes de cada um sob a ótica dos dois principais fatores analisados: primeiramente (I) **ativos versus sedentários** e posteriormente (II) **ouvintes versus surdos**. Em terceiro lugar, é possível destacar os resultados da principal interação investigada na hipótese dessa tese: (III) **surdos ativos versus demais grupos**, na qual buscou-se identificar se o exercício praticado especificamente por indivíduos surdos pode surtir efeitos no equilíbrio e na marcha. A seguir, tem-se a síntese dos resultados dos três estudos da presente tese a partir da ótica supracitada:

I – É possível concluir primeiramente que, independentemente da condição auditiva, o fato de a pessoa ser praticante de exercício físico pode afetar positivamente o equilíbrio em apoio unipodal. No entanto, não causa efeito no medo de cair (FES-I), na confiança no equilíbrio (ABC) ou nas variáveis espaço-temporais da marcha. Mesmo apresentando variáveis espaço-temporais semelhantes, ativos e sedentários possuem diferenças no perfil cinemático e cinético da marcha: praticantes de atividade física exibem menor pico de dorsiflexão e maior pico de plantiflexão que sedentários, ou seja, ativos caminham com os tornozelos em maior plantiflexão do que sedentários.

II – Surdos, independentemente da atividade física, apresentam maior medo de cair (FES-I) e menor confiança no equilíbrio (ABC) do que ouvintes, o que

enaltece o fato de surdos serem mais preocupados com sua segurança que ouvintes. Quanto aos parâmetros espaço-temporais da marcha, surdos apresentam menor velocidade, maior tempo de apoio duplo, menor comprimento de passada e despegue mais tardio do que ouvintes. Todos esses parâmetros têm sido associados na literatura à segurança funcional e ao controle do equilíbrio, o que reflete em uma menor qualidade da marcha. Quanto à cinética da marcha, existe uma redução de momento e potência de quadril, joelho e tornozelo e aumento da extensão de joelho em surdos. Essas variáveis podem representar uma diminuição da força de membros inferiores. Em contrapartida, não existem diferenças na cinemática de quadril e tornozelo de surdos e ouvintes, o que mostra que as diferenças espaço-temporais da marcha se devem ou às diferenças cinéticas ou às diferenças cinemáticas do joelho. Já quanto ao equilíbrio, surdos apresentam tanto a área do COP em apoio bipodal quanto em apoio unipodal maior do que ouvintes, independentemente da perturbação realizada. Ao observarmos as situações de perturbação sensorial, vemos que surdos são mais sensíveis à perturbação visual e vestibular. De maneira global, podemos entender que surdos tem a capacidade de controle do equilíbrio medida a partir da área do COP inferior a dos ouvintes, o que parece ser devido a uma maior dependência do sistema visual e a um menor desempenho do sistema vestibular.

III – Ao observarmos os resultados das interações dos estudos da tese, percebemos que quando surdos são praticantes de exercícios físicos apresentam o comprimento de passada, momento e potência de quadril assemelhados aos de ouvintes. Já quanto ao equilíbrio medido pela área do COP, quando em apoio unipodal, este é melhorado de maneira global (sem efeito em uma perturbação sensorial específica), o que representa um efeito positivo para surdos o fato de ser praticante de exercícios físicos. Portanto, o exercício físico inespecífico para surdos parece melhorar o equilíbrio de maneira também inespecífica, ou seja, nos três sistemas de controle: proprioceptivo, visual e vestibular.

III. PERSPECTIVAS FUTURAS DA TESE

Como perspectivas futuras, cabe destacar que essa tese teve como uma de suas finalidades científica o desenvolvimento de uma linha de pesquisa em biomecânica. Assim, novas iniciativas já estão sendo construídas, aplicando os protocolos de análise em novas populações e respondendo questões que ficaram em aberto. Nesta mesma amostra, foram avaliadas também as combinações de perturbação sensorial, o que pode apresentar novos resultados ainda não analisados, uma vez que em combinação de uma ou mais perturbações sensoriais podem causar diferentes desdobramentos ao organismo dos voluntários, trazendo resultados mais específicos sobre as adaptações decorrentes da privação sensorial dos surdos ou da prática de exercícios físicos.

Novas linhas de pesquisa já estão sendo desenvolvidas aplicando o presente protocolo em pessoas cegas fisicamente ativas e sedentárias, e também após um protocolo específico de intervenção com exercícios físicos. Gestantes eutróficas e obesas também estão sendo acompanhadas para verificar o efeito da gestação e da obesidade (combinados e isolados) tanto na marcha quanto no equilíbrio sob diferentes perturbações nos três trimestres e no pós-parto. Acredita-se, enfim, que essa tese tenha atingido seus objetivos da questão de pesquisa e de finalidade científica.

IV. REFERÊNCIAS

Acak, M. Self-esteem levels among hearing impaired athletes participating in the European Futsal championship. **Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies**, v. 4, n. 3, p. 1523-1534, 2012.

Ahlskog, J. E.; Geda, Y. E.; Graff-Radford, N. R.; Petersen, R. C. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 86, n. 9, p. 876-884, 2011.

Ayán, C.; Cancela, J. M.; Gutiérrez-Santiago, A.; Prieto, I. Effects of two different exercise programs on gait parameters in individuals with Parkinson's disease: A pilot study. **Gait and Posture**, v. 39, n. 1, p. 648-651, 2014.

Azevedo, M. G. D.; Samelli, A. G. Estudo comparativo do equilíbrio de crianças surdas e ouvintes. **Revista CEFAC**, v. 11, p. 0-0, 2009.

Barbieri, F. A.; Dos Santos, P. C. R.; Vitório, R.; Van Dieën, J. H.; Gobbi, L. T. B. Effect of muscle fatigue and physical activity level in motor control of the gait of young adults. **Gait and Posture**, v. 38, n. 4, p. 702-707, 2013.

Booth, F. W.; Roberts, C. K.; Laye, M. J. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. **Comprehensive Physiology**, v. 2, n. 2, p. 1143-1211, 2012.

Bramble, D. M.; Lieberman, D. E. Endurance running and the evolution of Homo. **Nature**, v. 432, n. 7015, p. 345-52, Nov 18 2004.

Bruce, H.; Lai, L.; Bherer, L.; Lussier, M.; St-Onge, N.; Li, K. Z. H. The effect of simultaneously and sequentially delivered cognitive and aerobic training on mobility among older adults with hearing loss. **Gait and Posture**, v. 67, p. 262-268, 2019.

Camargos, F. F. O.; Dias, R. C.; Dias, J. M. D.; Freire, M. T. F. Cross-cultural adaptation and evaluation of the psychometric properties of the Falls Efficacy Scale - International Among Elderly Brazilians (FES-I-BRAZIL). **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 14, p. 237-243, 2010.

Clark, R. A.; Mentiplay, B. F.; Pua, Y. H.; Bower, K. J. Reliability and validity of the Wii Balance Board for assessment of standing balance: A systematic review. **Gait and Posture**, v. 61, p. 40-54, 2018.

Cushing, S. L.; Papain, B. C.; Rutka, J. A.; James, A. L.; Gordon, K. A. Evidence of vestibular and balance dysfunction in children with profound sensorineural hearing loss using cochlear implants. **Laryngoscope**, v. 118, n. 10, p. 1814-1823, 2008.

De Kegel, A.; Dhooge, I.; Cambier, D.; Baetens, T.; Palmans, T.; Van Waelvelde, H. Test-retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing

children and in hearing impaired children. **Gait and Posture**, v. 33, n. 4, p. 679-685, 2011.

Dixon, P. C.; Böhm, H.; Döderlein, L. Ankle and midfoot kinetics during normal gait: A multi-segment approach. **Journal of Biomechanics**, v. 45, n. 6, p. 1011-1016, 2012.

Fotiadou, E.; Giagazoglou, P.; Kokaridas, D.; Angelopoulou, N.; Tsimaras, V.; Tsorbatzoudis, C. Effect of rhythmic gymnastics on the dynamic balance of children with deafness. **European Journal of Special Needs Education**, v. 17, n. 3, p. 301-309, 2002.

Fotiadou, E. G.; Neofotistou, K. H.; Sidiropoulou, M. P.; Tsimaras, V. K.; Mandroukas, A. K.; Angelopoulou, N. A. The effect of a rhythmic gymnastics program on the dynamic balance ability of individuals with intellectual disability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 2102-6, Oct 2009.

Fujimoto, C.; Murofushi, T.; Chihara, Y.; Ushio, M.; Sugasawa, K.; Yamaguchi, T.; Yamasoba, T.; Iwasaki, S. Assessment of diagnostic accuracy of foam posturography for peripheral vestibular disorders: Analysis of parameters related to visual and somatosensory dependence. **Clinical Neurophysiology**, v. 120, n. 7, p. 1408-1414, 2009.

Fukumoto, Y.; Tateuchi, H.; Tsukagoshi, R.; Okita, Y.; Akiyama, H.; So, K.; Kuroda, Y.; Ichihashi, N. Effects of High- and Low-Velocity Resistance Training on Gait Kinematics and Kinetics in Individuals with Hip Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 96, n. 6, p. 417-423, Jun 2017.

Gandemer, L.; Parseihian, G.; Kronland-Martinet, R.; Bourdin, C. Spatial cues provided by sound improve postural stabilization: Evidence of a spatial auditory map? **Frontiers in Neuroscience**, v. 11, n. JUN, 2017.

Gheysen, F.; Loots, G.; Van Waelvelde, H. Motor development of deaf children with and without cochlear implants. **Journal of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 13, n. 2, p. 215-224, 2008.

Gronski, M. Balance and Motor Deficits and the Role of Occupational Therapy in Children Who Are Deaf and Hard of Hearing: A Critical Appraisal of the Topic. **Journal of Occupational Therapy, Schools, and Early Intervention**, v. 6, n. 4, p. 356-371, 2013.

Grue, E. V.; Ranhoff, A. H.; Noro, A.; Finne-Soveri, H.; Jensdóttir, A. B.; Ljunggren, G.; Bucht, G.; Björnson, L. J.; Jonsén, E.; Schroll, M.; Jónsson, P. V. Vision and hearing impairments and their associations with falling and loss of instrumental activities in daily living in acute hospitalized older persons in five Nordic hospitals. **Scandinavian Journal of Caring Sciences**, v. 23, n. 4, p. 635-643, 2009.

Guedes, D. P.; Lopes, C. C.; Guedes, J. E. R. P. Reproducibility and validity of the International Physical Activity Questionnaire in adolescents. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 2, p. 151-158, 2005.

Hall, J. E. **Guyton & Hall Tratado de Fisiologia Médica** 12. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

Halleman, A.; Mertens, G.; Van De Heyning, P.; Van Rompaey, V. Playing music may improve the gait pattern in patients with bilateral caloric areflexia wearing a cochlear implant: Results from a pilot study. **Frontiers in Neurology**, v. 8, n. AUG, 2017.

Hrysomallis, C. Balance ability and athletic performance. **Sports Medicine**, v. 41, n. 3, p. 221-32, Mar 01 2011.

Ibge, I. B. D. G. E. E. Pesquisa Nacional de Saúde - PNS Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-saude> >.

Isfahani, M. M.; Farahpour, N. Comparison of the effect of an exercise program on kinematic analysis of gait of elderly men and women who are residents in a sanatorium. **Journal of Mazandaran University of Medical Sciences**, v. 23, n. 105, p. 80-89, 2013.

Jafarnezhadgero, A. A.; Majlesi, M.; Azadian, E. Gait ground reaction force characteristics in deaf and hearing children. **Gait Posture**, v. 53, p. 236-240, Mar 2017.

Kalron, A.; Achiron, A. The relationship between fear of falling to spatiotemporal gait parameters measured by an instrumented treadmill in people with multiple sclerosis. **Gait and Posture**, v. 39, n. 2, p. 739-744, 2014.

Karademir, T. Fear of negative evaluation of deaf athletes. **Anthropologist**, v. 19, n. 2, p. 517-523, 2015.

Kendrick, D.; Kumar, A.; Carpenter, H.; Zijlstra, G. a. R.; Skelton, D. A.; Cook, J. R.; Stevens, Z.; Belcher, C. M.; Haworth, D.; Gawler, S. J.; Gage, H.; Masud, T.; Bowling, A.; Pearl, M.; Morris, R. W.; Iliffe, S.; Delbaere, K. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2014, n. 11, 2014.

Kiers, H.; Van Dieen, J.; Dekkers, H.; Wittink, H.; Vanhees, L. A systematic review of the relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright stance. **Sports Medicine**, v. 43, n. 11, p. 1171-89, Nov 2013.

Lacerda, C. F.; E Silva, L. O.; De Tavares Canto, R. S.; Cheik, N. C. Effects of hearing aids in the balance, quality of life and fear to fall in elderly people with sensorineural

hearing loss. **International Archives of Otorhinolaryngology**, v. 16, n. 2, p. 156-162, 2012.

Lent, R. **Cem Bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais de Neurociência- 2ª edição**. São Paulo: Editora Atheneu, 2001.

Li, F.; Fisher, K. J.; Harmer, P.; Mcauley, E.; Wilson, N. L. Fear of falling in elderly persons: Association with falls, functional ability, and quality of life. **Journals of Gerontology - Series B Psychological Sciences and Social Sciences**, v. 58, n. 5, p. P283-P290, 2003.

Lion, A.; Gauchard, G. C.; Deviterne, D.; Perrin, P. P. Differentiated influence of off-road and on-road cycling practice on balance control and the related-neurosensory organization. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 4, p. 623-30, Aug 2009.

Majlesi, M.; Azadian, E.; Farahpour, N.; Jafarnejhad, A. A.; Rashedi, H. Lower limb muscle activity during gait in individuals with hearing loss. **Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine**, v. 40, n. 3, p. 659-665, 2017.

Majlesi, M.; Farahpour, N.; Azadian, E.; Amini, M. The effect of interventional proprioceptive training on static balance and gait in deaf children. **Research in Developmental Disabilities**, v. 35, n. 12, p. 3562-3567, 12// 2014.

Marques, A. P.; Mendes, Y. C.; Taddei, U.; Pereira, C. a. B.; Assumpção, A. Brazilian-Portuguese translation and cross cultural adaptation of the activities-specific balance confidence (ABC) scale. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, p. 170-178, 2013.

Martino, G.; Ivanenko, Y. P.; D'avella, A.; Serrao, M.; Ranavolo, A.; Draicchio, F.; Cappellini, G.; Casali, C.; Lacquaniti, F. Neuromuscular adjustments of gait associated with unstable conditions. **Journal of Neurophysiology**, v. 114, n. 5, p. 2867-2882, 2015.

Martino, G.; Ivanenko, Y. P.; Serrao, M.; Ranavolo, A.; D'avella, A.; Draicchio, F.; Conte, C.; Casali, C.; Lacquaniti, F. Locomotor patterns in cerebellar ataxia. **Journal of Neurophysiology**, v. 112, n. 11, p. 2810-2821, 2014.

Mattson, M. P. Evolutionary aspects of human exercise--born to run purposefully. **Ageing research reviews**, v. 11, n. 3, p. 347-352, 2012.

Mccamley, J. D.; Pisciotta, E. J.; Yentes, J. M.; Wurdeman, S. R.; Rennard, S. I.; Pipinos, I.; Johanning, J. M.; Myers, S. A. Gait deficiencies associated with peripheral artery disease are different than chronic obstructive pulmonary disease. **Gait Posture**, v. 57, p. 258-264, Sep 2017.

Mcclelland, J. A.; Webster, K. E.; Grant, C.; Feller, J. Alternative modelling procedures for pelvic marker occlusion during motion analysis. **Gait & Posture**, v. 31, n. 4, p. 415-419, 2010.

Melo, R. D. S. Gait performance of children and adolescents with sensorineural hearing loss. **Gait and Posture**, v. 57, p. 109-114, 2017.

Melo, R. D. S.; Lemos, A.; Raposo, M. C. F.; Belian, R. B.; Ferraz, K. M. Balance performance of children and adolescents with sensorineural hearing loss: Repercussions of hearing loss degrees and etiological factors. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 110, p. 16-21, 2018.

Melo, R. D. S.; Silva, P. W. a. D.; Tassitano, R. M.; Macky, C. F. S. T.; Silva, L. V. C. D. Avaliação do equilíbrio corporal e da marcha: estudo comparativo entre surdos e ouvintes em idade escolar. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 30, p. 385-391, 2012.

Melo, R. S.; Lemos, A.; Macky, C. F. S. T.; Raposo, M. C. F.; Ferraz, K. M. Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 81, n. 4, p. 431-438, 2015.

Miziara, I. D.; Miziara, C. S. M. G.; Tsuji, R. K.; Bento, R. F. Bioethics and medical/legal considerations on cochlear implants in children. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 78, n. 3, p. 70-79, 2012.

Negahban, H.; Cheshmeh Ali, M. B.; Nassadj, G. Effect of hearing aids on static balance function in elderly with hearing loss. **Gait and Posture**, v. 58, p. 126-129, 2017.

Neptune, R. R.; Zajac, F. E.; Kautz, S. A. Muscle force redistributes segmental power for body progression during walking. **Gait and Posture**, v. 19, n. 2, p. 194-205, 2004.

Niang, A. E. S.; Mcfadyen, B. J. Effects of physical activity level on unobstructed and obstructed walking in young male adults. **Gait and Posture**, v. 22, n. 1, p. 75-81, 2005.

Oms. Site da Organização Mundial da Saúde - O.M.S. (World Health Organization - W.H.O.). (acessado em 04/05/2015). <http://www.who.int>, 2015.

Paillard, T. Sport-specific balance develops specific postural skills. **Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 1019-1020, 2014.

Paillard, T.; Montoya, R.; Dupui, P. Postural adaptations specific to preferred throwing techniques practiced by competition-level judoists. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 17, n. 2, p. 241-4, Apr 2007.

Palmer, T.; Weber, K. M. The deaf athlete. **Current Sports Medicine Reports**, v. 5, n. 6, p. 323-326, 2006.

Pandy, M. G.; Andriacchi, T. P. **Muscle and joint function in human locomotion.** 12: 401-433 p. 2010.

Patel, D. R.; Greydanus, D. E. Sport Participation by Physically and Cognitively Challenged Young Athletes. **Pediatric Clinics of North America**, v. 57, n. 3, p. 795-817, 2010.

Pedersen, B. K.; Saltin, B. Exercise as medicine - Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 25, p. 1-72, 2015.

Peterka, R. J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. **Journal of Neurophysiology**, v. 88, n. 3, p. 1097-1118, 2002.

Powell, L. E.; Myers, A. M. The Activities-Specific Balance Confidence (ABC) scale. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 50A, n. 1, p. M28-M34, 1995.

Quittner, A. L.; Leibach, P.; Marciel, K. The Impact of Cochlear Implants on Young Deaf Children: New Methods to Assess Cognitive and Behavioral Development. **Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery**, v. 130, n. 5, p. 547-554, 2004.

Raichlen, D. A.; Alexander, G. E. Adaptive Capacity: An Evolutionary Neuroscience Model Linking Exercise, Cognition, and Brain Health. **Trends Neurosci**, v. 40, n. 7, p. 408-421, Jul 2017.

Raichlen, D. A.; Polk, J. D. Linking brains and brawn: exercise and the evolution of human neurobiology. **Proc Biol Sci**, v. 280, n. 1750, p. 20122250, Jan 7 2013.

Ranisavljev, I.; Ilic, V.; Markovic, S.; Soldatovic, I.; Stefanovic, D.; Jaric, S. The relationship between hip, knee and ankle muscle mechanical characteristics and gait transition speed. **Human Movement Science**, v. 38, p. 47-57, 2014.

Rimmer, J. H.; Braddock, D.; Pitetti, K. H. Research on physical activity and disability: An emerging national priority. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 28, n. 11, p. 1366-1372, 1996.

Rine, R. M.; Gan, K.; O'hare, T.; Robinson, E.; Cornwall, G.; Locascio, C.; Rice, M. Evidence of progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and concurrent vestibular dysfunction. **Perceptual and Motor Skills**, v. 90, n. 4, p. 1101-1112, 2000.

Rubenson, J.; Heliam, D. B.; Maloney, S. K.; Withers, P. C.; Lloyd, D. G.; Fournier, P. A. Reappraisal of the comparative cost of human locomotion using gait-specific

allometric analyses. **Journal of Experimental Biology**, v. 210, n. 20, p. 3513-3524, 2007.

Salsich, G. B.; Mueller, M. J. Effect of plantar flexor muscle stiffness on selected gait characteristics. **Gait & Posture**, v. 11, n. 3, p. 207-216, 2000/06/01/ 2000.

Scheffer, A. C.; Schuurmans, M. J.; Van Dijk, N.; Van Der Hooft, T.; De Rooij, S. E. Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. **Age and Ageing**, v. 37, n. 1, p. 19-24, 2008.

Schubert, P.; Kirchner, M. Ellipse area calculations and their applicability in posturography. **Gait & Posture**, v. 39, n. 1, p. 518-522, 2014.

Schulkin, J. Evolutionary Basis of Human Running and Its Impact on Neural Function. **Frontiers in systems neuroscience**, v. 10, p. 59-59, 2016.

Serrao, M.; Chini, G.; Casali, C.; Conte, C.; Rinaldi, M.; Ranavolo, A.; Marcotulli, C.; Leonardi, L.; Fragiotta, G.; Bini, F.; Coppola, G.; Pierelli, F. Progression of Gait Ataxia in Patients with Degenerative Cerebellar Disorders: a 4-Year Follow-Up Study. **Cerebellum**, v. 16, n. 3, p. 629-637, Jun 2017.

Suarez, H.; Angeli, S.; Suarez, A.; Rosales, B.; Carrera, X.; Alonso, R. Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 71, n. 4, p. 629-637, 2007.

Teixeira-Salmela, L. F.; Nadeau, S.; McBride, I.; Olney, S. J. Effects of muscle strengthening and physical conditioning training on temporal, kinematic and kinetic variables during gait in chronic stroke survivors. **J Rehabil Med**, v. 33, n. 2, p. 53-60, Mar 2001.

Tinetti, M. E.; Mendes De Leon, C. F.; Doucette, J. T.; Baker, D. I. Fear of falling and fall-related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. **J Gerontol**, v. 49, n. 3, p. M140-7, May 1994.

Toyooka, T.; Urabe, Y.; Sugiura, S.; Takata, A.; Shinozaki, M.; Takata, Y.; Ishizaki, T.; Nakamura, K.; Otsuki, K.; Oyama, T.; Nishikawa, S. Does the single-limb stance reflect chronic ankle instability in an athlete? **Gait and Posture**, v. 66, p. 242-246, 2018.

Tribukait, A.; Brantberg, K.; Bergenius, J. Function of Semicircular Canals, Utricles and Sacculi in Deaf Children. **Acta Oto-Laryngologica**, v. 124, n. 1, p. 41-48, 2004.

Uysal, S. A.; Erden, Z.; Akbayrak, T.; Demirtürk, F. Comparison of balance and gait in visually or hearing impaired children. **Perceptual and Motor Skills**, v. 111, n. 1, p. 71-80, 2010.

Viljanen, A.; Kaprio, J.; Pyykkö, I.; Sorri, M.; Pajala, S.; Kauppinen, M.; Koskenvuo, M.; Rantanen, T. Hearing as a predictor of falls and postural balance in older female twins. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 64, n. 2, p. 312-317, 2009.

Vuillerme, N.; Danion, F.; Marin, L.; Boyadjian, A.; Prieur, J. M.; Weise, I.; Nougier, V. The effect of expertise in gymnastics on postural control. **Neuroscience Letters**, v. 303, n. 2, p. 83-86, 2001.

Walowska, J.; Bolach, B.; Bolach, E. The influence of Pilates exercises on body balance in the standing position of hearing impaired people. **Disability and Rehabilitation**, v. 40, n. 25, p. 3061-3069, 2018.

Weaver, T. S.; Shayman, C. S.; Hullar, T. E. The Effect of Hearing Aids and Cochlear Implants on Balance during Gait. **Otology and Neurotology**, v. 38, n. 9, p. 1327-1332, 2017.

Winter, D. A. **The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly, and pathological**. Waterloo: University of Waterloo Press, 1991.

Winter, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. John Wiley & Sons, 2009. ISBN 9780470398180.

Wollesen, B.; Scrivener, K.; Soles, K.; Billy, Y.; Leung, A.; Martin, F.; Iconomou, N.; McMahan, C.; Dean, C. Dual-task walking performance in older persons with hearing impairment: Implications for interventions from a preliminary observational study. **Ear and Hearing**, v. 39, n. 2, p. 337-343, 2018.

Wolter, N. E.; Cushing, S. L.; Madrigal, L. D. V.; James, A. L.; Campos, J.; Papsin, B. C.; Gordon, K. A. Unilateral hearing loss is associated with impaired balance in children: A pilot study. **Otology and Neurotology**, v. 37, n. 10, p. 1589-1595, 2016.

Xu, X. D.; Ding, C. R.; Yu, J.; Han, Z.; Gu, J.; Gao, N.; Jia, X. H.; Luo, X.; Wang, J.; Chi, F. L. The hidden dysfunction of otolithic organs in patients with profound sensorineural hearing loss. **Hearing Research**, v. 331, p. 41-46, 2016.

Yardley, L.; Beyer, N.; Hauer, K.; Kempen, G.; Piot-Ziegler, C.; Todd, C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). **Age and Ageing**, v. 34, n. 6, p. 614-619, 2005.

Zdrodowska, A.; Wiszomirska, I.; Kaczmarczyk, K.; Kosmol, A. Effects of anthropometric factors on postural stability in individuals with hearing impairment. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**, v. 20, n. 1, p. 109-115, 2018.

Zemková, E. Author's reply to paillard T: "sport-specific balance develops specific postural skills". **Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 1021-1023, 2014a.

_____. Sport-specific balance. **Sports Medicine**, v. 44, n. 5, p. 579-590, 2014b.

Zhong, X.; Yost, W. A. Relationship between postural stability and spatial hearing. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 24, n. 9, p. 782-788, 2013.

Zhou, G.; Kenna, M. A.; Stevens, K.; Licameli, G. Assessment of saccular function in children with sensorineural hearing loss. **Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery**, v. 135, n. 1, p. 40-44, 2009.

Zuniga, M. G.; Dinkes, R. E.; Davalos-Bichara, M.; Carey, J. P.; Schubert, M. C.; King, W. M.; Walston, J.; Agrawal, Y. Association between Hearing Loss and Saccular Dysfunction in Older Individuals. **Otology and Neurotology**, v. 33, n. 9, p. 1586-1592, 2012.