

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E
DANÇA

GEORGIO ANIBAL
ALVES MICAELLA

**DIFERENÇAS NOS ÂNGULOS DAS ARTICULAÇÕES NO TESTE DE CAMINHADA
DE 6 MINUTOS COM BASTÃO NA CAMINHADA NÓRDICA EM PESSOAS COM E
SEM DOENÇA DE PARKINSON**

Porto Alegre/RS
2023

GEORGIO ANIBAL
ALVES MICAELLA

**DIFERENÇAS NOS ÂNGULOS DAS ARTICULAÇÕES NO TESTE DE CAMINHADA
DE 6 MINUTOS COM BASTÃO NA CAMINHADA NÓRDICA EM PESSOAS COM E
SEM DOENÇA DE PARKINSON**

Trabalho de conclusão 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 graduação em Educação Física.

Orientador: Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Porto Alegre/RS
2023

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos que passaram pelo meu processo de formação que, apesar de ter sido longo, foi proveitoso.

Aos muitos amigos que fiz no início da graduação em 2012 na UDESC e que até hoje me acompanham, aos que me deram as oportunidades de trabalhar dentro da área e me fizeram gostar de promover saúde e satisfação para as pessoas. Os alunos que foram e voltaram são tão importantes quanto aqueles que ficaram e se tornaram amigos de festas e tudo mais

A minha família, que sempre acreditou em mim, mesmo quando tomei decisões complicadas. Em especial meus pais que, de forma sutil e orgulhosa depositaram sua confiança no meu discernimento nas minhas escolhas

Aos professores que me ensinaram, muitas vezes sem meu desejo, que todo conhecimento é preciso. Especificamente os que me acompanharam de forma mais próxima nos projetos e monitorias que participei.

Aos colegas da UFRGS que me acolheram e me fizeram fazer parte de um mundo totalmente louco que é a educação física, em uma cidade em que eu não conhecia nada.

À minha namorada Bibiana que, sem seu apoio, dedicação, visão de mundo, companheirismo, sinceridade e conhecimento, provavelmente eu não teria conseguido chegar até esse momento. Também não posso esquecer da sua família que me abrigou de peito aberto para essa nova jornada na minha vida.

E, por último mas não menos importante, a mim. Apesar de todas as dificuldades que a vida deu, consegui terminar, com muito custo, essa jornada sendo um estudante universitário e trabalhador no Brasil.

Essa vitória é de todos nós.

RESUMO

A caminhada nórdica vem sendo utilizada como parte do tratamento e treinamento de pessoas com disfunções de mobilidade há algum tempo no Brasil, incluindo a Doença de Parkinson. Doença essa que é neurodegenerativa e caracterizada pelos tremores e rigidez nos membros. Na UFRGS, o projeto com essa prática visa trazer mais independência para idosos e pessoas com Parkinson. O presente estudo analisou 4 sujeitos, sendo 2 idosos saudáveis e 2 com Parkinson, para descrever as diferenças articulares de ombro, cotovelo, quadril, joelho e tornozelo e identificar possíveis mudanças na marcha causadas pela doença analisando a execução do teste de caminhada de 6 minutos com bastão. Essa análise foi feita com base na gravação do teste pelo aplicativo OpenCap no primeiro e no último minuto. As medidas angulares no plano sagital se deram no momento em que o pé toca o solo (TD) e na fase em que o mesmo segmento é retirado do chão (TO). Foram encontradas diferenças nos valores de ângulo de flexão/extensão em todas as articulações quando comparados sujeitos saudáveis aos com a doença em ambas as fases. Diferenças também foram encontradas quando comparados o início e o final do teste especialmente nos sujeitos com Parkinson principalmente no ombro (67° e 56° no TD; 43° e 52° no TO) e cotovelo (3° e -9° no TD; -13° e -9° no TO). Nos sujeitos saudáveis não houveram mudanças significativas nos ângulos exceto no tornozelo quando comparado o início e o fim do teste somente no TO -4° e -11° respectivamente. Uma diferença expressiva também se deu na distância percorrida no teste onde a média dos idosos, 615 metros, foi mais que o dobro que a média dos Parkinson, 265 metros. Os resultados obtidos mostram a rigidez articular e falta de mobilidade causadas pela doença acarretando muitas vezes em maior risco de quedas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média simples geral no minuto 1 do teste

	MÉDIA MINUTO 1									
	TD					TO				
	QUA	JOEL	TOR	COT	OMB	QUA	JOEL	TOR	COT	OMB
Sujeito 1	27,183	14,856	5,931	2,912	66,378	-6,771	41,817	7,611	-13,308	42,851
Sujeito 2	26,856	13,690	7,341	3,515	67,576	-6,139	42,317	7,615	-12,977	42,301
Average DP	27,020	14,273	6,636	3,214	66,977	-6,455	42,067	7,613	-13,142	42,576
Sujeito 3	37,443	2,972	-5,263	61,126	10,178	-27,376	14,353	-2,213	31,283	3,962
Sujeito 4	26,550	4,980	-4,014	21,849	55,811	-22,801	19,836	-6,305	0,660	43,881
Average NDP	31,996	3,976	-4,638	41,487	32,994	-25,088	17,094	-4,259	15,972	23,922

Tabela 2 - Média simples no minuto 5 do teste

	MÉDIA MINUTO 5									
	TD					TO				
	QUA	JOEL	TOR	COT	OMB	QUA	JOEL	TOR	COT	OMB
Sujeito 1	30,382	13,783	4,694	-9,171	56,399	-10,193	37,362	2,166	-5,762	52,743
Sujeito 2	30,209	12,747	7,298	-10,435	57,017	-8,799	37,945	3,283	-5,938	51,251
Average DP	30,295	13,265	5,996	-9,803	56,708	-9,496	37,654	2,725	-5,850	51,997
Sujeito 3	37,990	4,971	-11,331	57,602	18,975	-26,626	7,932	-12,155	36,145	-5,513
Sujeito 4	23,212	4,732	-5,010	16,844	64,538	-22,308	25,022	-9,760	-7,303	60,642
Average NDP	30,601	4,852	-8,170	37,223	41,756	-24,467	16,477	-10,957	14,421	27,564

Tabela 3 - Média simples dos valores angulares no TD no minuto 1

	MINUTO 1									
	TD									
	QUA-D	JOEL-D	TOR-D	QUA-E	JOE-E	TOR-E	COT-D	OMB-D	COT-E	OMB-E
Sujeito 1	36,798	13,063	-1,903	17,568	16,649	13,765	-5,930	78,097	11,755	54,660
Sujeito 2	36,850	12,357	-1,463	16,863	15,023	16,145	-4,791	80,566	11,821	54,586
Average DP	36,824	12,710	-1,683	17,215	15,836	14,955	-5,360	79,331	11,788	54,623
Sujeito 3	36,860	5,871	-7,661	38,025	0,074	-2,865	63,189	9,765	59,062	10,591
Sujeito 4	30,260	7,899	-3,683	22,841	2,061	-4,345	32,460	52,001	11,238	59,621
Average	33,560	6,885	-5,672	30,433	1,067	-3,605	47,824	30,883	35,150	35,106

Tabela 4 - Média simples dos valores angulares no TO no minuto 1

	MINUTO 1									
	TO									
	QUA-D	JOEL-D	TOR-D	QUA-E	JOE-E	TOR-E	COT-D	OMB-D	COT-E	OMB-E
Sujeito 1	-13,165	36,506	3,760	-0,378	47,129	11,462	-14,998	56,597	-11,617	29,104
Sujeito 2	-10,968	39,396	3,103	-1,310	45,238	12,126	-14,317	54,769	-11,637	29,833
Average	-12,066	37,951	3,431	-0,844	46,183	11,794	-14,658	55,683	-11,627	29,469
Sujeito 3	-28,403	21,398	-11,836	-26,348	7,308	7,411	53,918	7,544	8,649	0,381
Sujeito 4	-20,391	24,369	-6,035	-25,212	15,302	-6,574	4,688	53,441	-3,369	34,320
Average	-24,397	22,884	-8,936	-25,780	11,305	0,418	29,303	30,492	2,640	17,351

Tabela 5 – Média simples dos valores angulares no TD no minuto 5

	MINUTO 5									
	TD									
	QUA-D	JOEL-D	TOR-D	QUA-E	JOE-E	TOR-E	COT-D	OMB-D	COT-E	OMB-E
Sujeito 1	39,295	13,828	1,189	21,468	13,738	8,199	3,300	71,830	-21,643	40,967
Sujeito 2	38,473	13,950	4,560	21,945	11,544	10,035	3,399	71,980	-24,269	42,054
Average	38,884	13,889	2,874	21,706	12,641	9,117	3,349	71,905	-22,956	41,510
Sujeito 3	34,376	7,108	-7,052	41,604	2,834	-15,610	60,753	17,372	54,450	20,577
Sujeito 4	27,440	6,838	-5,717	18,984	2,627	-4,302	27,694	56,915	5,995	72,160
Average	30,908	6,973	-6,385	30,294	2,730	-9,956	44,224	37,144	30,222	46,369

Tabela 6 - Média simples dos valores angulares no TO no minuto 5

	MINUTO 5									
	TO									
	QUA-D	JOEL_D	TOR-D	QUA-E	JOE-E	TOR-E	COT-D	OMB-D	COT-E	OMB-E
Sujeito 1	-11,165	35,978	1,151	-9,221	38,747	3,181	-21,214	52,403	9,690	53,083
Sujeito 2	-9,675	36,280	-2,441	-7,922	39,610	9,007	-16,998	46,995	5,122	55,507
Average	-10,420	36,129	-0,645	-8,572	39,178	6,094	-19,106	49,699	7,406	54,295
Sujeito 3	-26,747	10,822	-17,024	-26,506	5,041	-7,285	61,507	-6,182	10,784	-4,845
Sujeito 4	-21,052	24,119	-11,127	-23,564	25,925	-8,393	0,035	61,703	-14,640	59,581
Average	-23,900	17,471	-14,076	-25,035	15,483	-7,839	30,771	27,760	-1,928	27,368

Tabela 7 - Parâmetros espaço-temporais no minuto 1 do teste

Aluno	Contact time (s)	Step time (s)	Step Frequency (Hz)	Step Length (m)
Sujeito 1	0,545	0,899	1,113	0,587
Sujeito 2	0,559	0,901	1,111	0,218
Sujeito 3	0,625	1,042	0,959	1,199
Sujeito 4	0,488	0,854	1,173	0,759

Tabela 8 - Parâmetros espaço-temporais no minuto 5 do teste

Aluno	Contact time (s)	Step time (s)	Step Frequency (Hz)	Step Length (m)
Sujeito 1	0,580	0,971	1,030	0,631
Sujeito 2	0,601	0,973	1,027	0,235
Sujeito 3	0,572	0,994	1,007	1,143
Sujeito 4	0,493	0,844	1,186	0,760

Tabela 9 - Resultado do TC6 com bastão

Aluno	Voltas (m)	Distância (m)	Velocidade (km/h)	Velocidade (m/s)
Sujeito 1	6 +30m	390	2,34	0,65
Sujeito 2	5	145	0,87	0,24
Sujeito 3	11 +30m	690	4,14	1,15
Sujeito 4	9	540	3,24	0,90
Média Parkinson		267,5	1,605	0,4458333333
Média Não Parkinson		615	3,69	1,025

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	8
OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	9
HIPÓTESES	9
DELINEAMENTO METODOLÓGICO: ABORDAGEM, MÉTODO E TÉCNICA.....	9
SELEÇÃO DE AMOSTRA E CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA.....	10
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	10
VARIÁVEIS.....	10
INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	10
ANÁLISE DE DADOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
CONCLUSÃO.....	12
REFERÊNCIAS.....	13

1. INTRODUÇÃO:

A locomoção humana vem se modificando desde quando nos tornamos bípedes e iniciamos o deslocamento pelo mundo com a ideia de explorá-lo.

Adotando uma postura ereta, o caminhar passou a ter uma característica de pêndulo invertido, sendo este meio de locomoção necessitando cerca de 50% mais energia que o metabolismo de repouso, tornando a caminhada barata no quesito custo energético. Com isso, é possível caminhar por horas e distâncias elevadas (Saibene, Minetti, 2002).

Com o avanço do desenvolvimento humano, buscamos formas de facilitar a nossa vida, criando, por exemplo, dispositivos que nos ajudam a cumprir tarefas como pinças para pegar coisas quentes, chaves para apertar parafusos e, algo que foi muito mais instintivo, bastões para auxiliar na caminhada em terrenos irregulares ou ajudar no deslocamento por grandes distâncias.

Do uso desses bastões surgiu a caminhada nórdica (CN). Uma prática oriunda da Finlândia onde a ideia foi usar os bastões de esqui durante o verão, onde não tinha neve, para se deslocar pela cidade. Utilizando cerca de 90% dos músculos do corpo, a caminhada nórdica começou a ser utilizada como exercício com o intuito de promover maior gasto calórico, coordenação e resistência cardiorrespiratória. Nos últimos anos, vem sendo objeto de pesquisa em populações com dificuldades de locomoção, em especial com pessoas com Doença de Parkinson (DP) (Franzoni et al., 2018; Monteiro et al. 2016).

O Parkinson é uma doença neurodegenerativa que afeta a substância negra do cérebro, dificultando a produção de dopamina e ocasionando a destruição dos neurônios motores trazendo tremores nos membros, problemas de locomoção e fala, rigidez, dificuldade no equilíbrio e, em estágios mais avançados, demência e morte (Peterson, Horak, 2016; Hammond et al., 2017).

Priorizando a técnica correta, que estimula o uso dos braços para empurrar os bastões e impulsionar para frente, a prática da caminhada nórdica pode trazer vários benefícios aos seus praticantes como a dissociação de cinturas (escapular

e pélvica), coordenação motora e, principalmente, uma eficiência metabólica menor, visto que melhora o mecanismo pendular da caminhada (Pellegrini et al.,2017).

Para verificar corretamente o trabalho angular executado pelos sujeitos, será utilizado o aplicativo OpenCap®. Criado recentemente por pesquisadores da Universidade de Stanford, ele tem por objetivo facilitar a cinemetria uma forma mais simples e prática, tornando as pesquisas mais abrangentes e diretamente em campo, sem a necessidade de um laboratório para cada modalidade específica. Utilizando apenas dois dispositivos com sistema operacional iOS, ele faz a captura de movimentos e processamento de dados (Uhlrich et al., 2022)

No intuito de identificar diferenças agudas entre pessoas com Doença de Parkinson e saudáveis, uma análise descritiva dos ângulos de algumas articulações como ombro, cotovelo, quadril, joelho e tornozelo em duas fases importantes da caminhada: o touch down (TD) - que é o momento em que o pé toca o solo - e o momento em que o pé sai do chão, conhecido como take off (TO), pode nos trazer informações importantes para descrever possíveis alterações na marcha dessas pessoas, ainda mais durante a prática de uma atividade que visa melhorar a locomoção e autonomia do indivíduo.

2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS:

O objetivo geral deste estudo é avaliar a distância executada pelos sujeitos no TC6 com bastão para periodizar o treinamento da modalidade. Como objetivo específico, este trabalho busca trazer um comparativo entre idosos saudáveis (NPD) e pessoas com Doença de Parkinson (DP) através das diferenças dos ângulos de flexão de membros inferiores e superiores com o uso do OpenCap®.

3. HIPÓTESES:

Como hipótese deste trabalho, haverá maior diferença nos ângulos articulares de ombro, cotovelo, quadril, joelho e tornozelo entre sujeitos DP e NDP.

4. DELINEAMENTO METODOLÓGICO: ABORDAGEM, MÉTODO

E PROCESSAMENTO.

O presente estudo é quantitativo descritivo, onde foram analisados os valores dos ângulos articulares em dois momentos do teste.

O teste de caminhada de 6 minutos foi realizado em um local plano com dois cones distantes 30 metros um do outro. Dois aparelhos celulares iPhone com iOS 8 ou superior foram colocados em tripés a aproximadamente 5 metros do ponto de partida para a gravação utilizando o aplicativo OpenCap®. A calibração foi realizada antes do teste iniciar, com os sujeitos se posicionando em posição ortostática com os braços afastados do corpo por alguns segundos, conforme recomenda o desenvolvedor. O avaliado foi orientado a tentar percorrer a maior distância possível em 6 minutos, sem correr. O avaliador informou ao avaliado que, ao acabar o tempo, o mesmo deve permanecer parado, ou caminhar lateralmente, para que seja feita a medida da distância. Durante o TC6, foram realizadas gravações no primeiro e no último minuto para que seja analisado os ângulos de quadril, joelhos, tornozelos, cotovelos e ombros para verificar o efeito da fadiga ao longo do teste. Após isso, os dados serão obtidos através da análise das gravações no programa OpenSim para ter valores dos ângulos necessários. Dos valores obtidos, foi feito a média simples de cada TD e TO dos lados esquerdo e direito a fim de facilitar a comparação.

5. SELEÇÃO DE AMOSTRA E CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA:

A amostra do estudo foi de 4 alunos do projeto de Caminhada Nórdica da UFRGS, sendo 2 com Doença de Parkinson e 2 sem a doença devido a pouca quantidade de alunos DP. A amostra foi composta por pessoas moradoras das cidades de Porto Alegre-RS e região metropolitana vinculadas ao projeto. Os sujeitos não foram pareados por idade.

6. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO:

Foram incluídos neste estudo os alunos participantes do projeto de extensão Caminhada Nórdica para idosos e pessoas com Doença de Parkinson da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Não serão aceitos sujeitos não

matriculados neste projeto.

7. VARIÁVEIS:

Variável dependente: TC6 com bastão, onde todos executarão os testes com o mesmo tipo de equipamento e no mesmo local, tendo o mesmo tipo de incentivo na hora da execução.

Variável independente: Ter ou não DP. As variáveis serão de caráter de razão, pois será usado o valor bruto executado pelos sujeitos e nominal.

8. INSTRUMENTOS DE PESQUISA:

Os valores de distância serão medidos com uma trena e será usado um par de bastões reguláveis de caminhada nórdica. Para gravação, serão utilizados celulares iPhone com IOS igual ou superior ao 8.1

9. ANÁLISE DE DADOS:

Os dados serão analisados de forma descritiva dos valores brutos obtidos da posição articular no momento do TD e do TO, assim como suas médias diretas.

10. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores positivos indicam flexão e, negativos, hiperextensão, no plano sagital. Houve diferença nos ângulos de ombro, cotovelo, quadril, joelho e tornozelo quando comparados os sujeitos com e sem DP. A média das passadas no primeiro minuto do teste, nos alunos com DP, os ângulos de ombro tiveram médias de flexão de $\sim 67^\circ$ no TD e $\sim 43^\circ$ no TO. A articulação de cotovelo obteve médias de ângulos de 3° e -13° no TD e TO respectivamente. No quadril, 27° e -6° foram as médias encontradas no TD e TO. Para joelhos, 14° no TD e 42° no TO e no tornozelo as médias foram 6° e 7° nos respectivos momentos (tabela 1).

No último minuto, as médias dos ângulos encontrados no TD foram: para ombros 56° ; cotovelos -9° ; quadril 30° ; joelho 13° e tornozelo 6° . No TO, as médias angulares das articulações foram: 52° , -5° , -9° , 37° , 2° para ombro, cotovelo, quadril,

joelho e tornozelo. A angulação obtida nos dois momentos não sugere diferença grande no padrão de movimento entre o primeiro e último minuto, o que pode indicar a ação da fadiga no teste (tabela 2).

Ao se tratar dos alunos que não possuem DP (NDP), na coleta feita no início do teste, para as articulações de ombro, cotovelo, quadril, joelho e tornozelo respectivamente, no TD foram achadas as médias angulares de 32°, 41°, 31°, 3°, -4° e no TO 23°, 15°, -25°, 17°, -4° (tabela 1). Já no final do teste, os valores encontrados para as mesmas articulações foram: 37°, 41°, 30°, 5°, -8° no touch down e 27°, 14°, -24°, 16°, -11° no take off (tabela 2).

Quando trazemos as médias individuais, é percebido uma diferença dos ângulos quando comparados o início do teste com o final do teste, levando a crer a mudança do padrão de movimento devido a fadiga. Esse fenômeno ocorre com todos os sujeitos (tabelas 3, 4, 5, 6)

Não houve diferença significativa nas médias de parâmetros espaço-temporais entre os sujeitos (tempo de contato, tempo de passo, frequência e comprimento de passo) porém, nos sujeitos DP, houve alteração de mesma proporção no tempo de passo, que aumentou, e frequência de passo, que diminuiu, quando comparado o primeiro e último minuto (tabelas 7, 8).

A distância percorrida durante o teste pelos sujeitos DP (264,5m) foi menor que a dos sujeitos NDP (615m), assim como a velocidade executada no teste (tabela 9).

Ao visualizar os valores dos ângulos de quadril e joelho, é perceptível uma diferença entre sujeitos DP e NDP, onde houve pouca diferença de flexão de quadril e maior flexão de joelhos no momento do TD e uma menor extensão de quadril e muito maior flexão de joelhos no TO nos sujeitos DP, indicando falta de mobilidade na articulação coxofemoral.

11. CONCLUSÃO

Os dados coletados no presente estudo sugerem uma diferença no padrão de marcha e falta da dissociação das cinturas escapular e pélvica de pessoas DP em relação a idosos saudáveis, devido a rigidez e bradicinesia causadas pela doença, mostrando um caminhar com pouco movimento dos membros superiores, podendo causar desequilíbrio e quedas, ocasionando lesões graves. Mais estudos são sugeridos com uma quantidade maior de sujeitos a fim de trazer dados estatísticos

referente às diferenças angulares das articulações com o uso do OpenCap®.

REFERÊNCIAS

Saibene F, Minetti A E. Biomechanical and physiological aspects of legged locomotion in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2003;88(4-5):297-316

Franzoni LT, Monteiro EP, Oliveira HB, da Rosa RG, Costa RR, Rieder C, et al. Week Nordic and free walking improve postural balance in Parkinson's disease. *Sports Med Int Open.* 2018;2(01):E28-E34.

Monteiro EP, Franzoni LT, Cubillos DM, Fagundes AO, Carvalho AR, Oliveira HB, et al. Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(3):351-8.

Peterson DS, Horak FB. Neural Control of Walking in People with Parkinsonism. *Physiology (Bethesda).* 2016 Mar;31(2):95-107. doi: 10.1152/physiol.00034.2015. PMID: 26889015; PMCID: PMC4888974.

Pellegrini, B, Peyré-Tartaruga LA, Zoppirolli C, Bortolan L, Savoldelli A, Minetti AE, Schena F. 2017. Mechanical energy patterns in nordic walking: comparisons with conventional walking. *Gait & posture.* 51:234–238.: Elsevier

Uhrich SD, Falisse A, Kidziński L, Muccini J, Ko M, Chaudhari AL, Hicks JL, Delp SL. OpenCap: 3D human movement dynamics from smartphone videos bioRxiv 2022.07.07.499061; doi: <https://doi.org/10.1101/2022.07.07.499061>

