

Avaliação interdisciplinar da diadococinesia: um estudo piloto

Interdisciplinary diadochokinesis assessment: a pilot study

Evaluación interdisciplinaria de la diadococinesia: un estudio piloto

Jessica Talita da Cruz Albuquerque¹, Tamara Passos Macedo¹, Francis Meire Favero¹, Alessandra Ferreira Barbosa², Fátima Aparecida Caromano², Mariana Callil Voos^{1,2}

RESUMO | Diadococinesia é a capacidade de executar movimentos rápidos, repetidos e alternados. Testes de diadococinesia podem avaliar tanto a fala quanto os membros superiores. O objetivo primário foi apresentar um protocolo interdisciplinar de avaliação da diadococinesia. Os objetivos secundários foram comparar o desempenho com os diferentes fonemas do teste de diadococinesia oral (/papapa/, /tatata/, /kakaka/ e /pataka/), comparar o desempenho com as diferentes condições do teste de diadococinesia de membros superiores (realizado com ambos os membros superiores de forma espelhada, apenas com o membro superior direito, apenas com o membro superior esquerdo, com ambos os membros superiores de forma alternada) e investigar possíveis relações entre diadococinesia oral e de membros superiores. Participaram quinze adultos/idosos saudáveis de 40 a 70 anos. Os dados foram representados por estatística descritiva. Os números de sílabas nas condições /papapa/, /tatata/, /kakaka/ e /pataka/ e os números de movimentos nas condições espelhado, direito, esquerdo e alternado foram comparados por ANOVA e correlacionados pelo teste de Pearson. Não houve diferença significativa nos resultados entre os fonemas do teste de diadococinesia oral ($p < 0,001$). Houve diferença entre as condições avaliadas no teste de diadococinesia dos membros superiores ($p < 0,001$). O número de fonemas repetidos esteve correlacionado com o desempenho alternado de membros superiores. Concluiu-se que a correlação entre os escores dos testes de diadococinesia oral e de membros superiores pode ser explicada pelo fato de a programação motora e a

linguagem estarem predominantemente representadas no hemisfério esquerdo. Áreas cerebrais comuns/conectadas ou programas motores em comum podem nortear essas tarefas.

Descritores | Avaliação da Deficiência; Destreza Motora; Desempenho Psicomotor.

ABSTRACT | Diadochokinesis is the ability to perform fast, repeated and alternate movements. Diadochokinesis tests can assess both speech and upper extremities. The primary objective was to present an interdisciplinary diadochokinesis assessment protocol. The secondary objectives were to compare the performance with different phonemes of the oral diadochokinesis test (/papapa/, /tatata/, /kakaka/ and /pataka/); to compare the performance with different conditions of the upper extremities diadochokinesis test (conducted with both upper extremities in a mirrored manner, only with the right upper extremity, only with the left upper extremity, with both upper extremities in an alternately manner); and to investigate possible relationships between oral and upper extremities diadochokinesis. A total of fifteen healthy adults/seniors from 40 to 70 years old participated. Data were represented by descriptive statistics. The syllable numbers in /papapa/, /tatata/, /kakaka/ and /pataka/ conditions and the numbers of movements in mirrored, right, left and alternated conditions were compared by ANOVA and correlated by Pearson test. There was no significant difference in results between the phonemes of oral diadochokinesis test ($p < 0.001$). There was difference

¹Pós-graduação *lato sensu* em Intervenção Fisioterapêutica nas Doenças Neuromusculares pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) – São Paulo (SP), Brasil.

²Pós-graduação *stricto sensu* em Ciências da Reabilitação pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo (SP), Brasil.

between the conditions assessed in the upper extremities diadochokinesis test ($p < 0.001$). The number of repeated phonemes was correlated with the alternate performance of upper extremities. We concluded that the correlation between scores of oral and upper extremities diadochokinesis tests can be explained by the fact that motor and language programs are predominantly represented in the left hemisphere. Common/connected brain areas or motor programs in common can guide these tasks.

Keywords | Disability Evaluation; Motor Skills; Psychomotor Performance.

RESUMEN | Diócocinesia es la capacidad de realizar movimientos rápidos, repetidos y alternados. Las pruebas de diadococinesia pueden evaluar tanto el habla como los miembros superiores. El objetivo primario ha sido presentar un protocolo interdisciplinario de evaluación de la diadococinesia. Los objetivos secundarios han sido comparar el rendimiento con los diferentes fonemas de la prueba de diadococinesia oral (/papapa/, /tatata/, /kakaka/ y /pataka/), comparar el rendimiento con las diferentes condiciones de la prueba de diadococinesia de miembros superiores (realizado con ambos miembros superiores de forma reflejada, sólo con el miembro superior

derecho, sólo con el miembro superior izquierdo, con ambos los miembros superiores de forma alternada) e investigar posibles relaciones entre diadococinesia oral y de miembros superiores. Participaron quince adultos/ancianos sanos de 40 a 70 años. Se representaron los datos por estadística descriptiva. Los números de sílabas en las condiciones /papapa/, /tatata/, /kakaka/ y /pataka/ y los números de movimientos en las condiciones reflejada, derecha, izquierda y alternada han se comparado por ANOVA y se correlacionado por la prueba de Pearson. No hubo diferencia significativa en los resultados entre los fonemas de la prueba de diadococinesia oral ($p < 0.001$). Se observó diferencia entre las condiciones evaluadas en la prueba de diadococinesia de los miembros superiores ($p < 0.001$). El número de fonemas repetidos estuvo correlacionado con el rendimiento alternado de miembros superiores. Se concluyó que la correlación entre los escores de las pruebas de diadococinesia oral y de miembros superiores puede ser explicada por el hecho de que la programación motora y el lenguaje están predominantemente representadas en el hemisferio izquierdo. Las áreas cerebrales comunes/conectadas o programas motores en común pueden guiar esas tareas.

Palabras clave | Evaluación de la Discapacidad; Destreza Motora; Rendimiento Psicomotor.

INTRODUÇÃO

Diadococinesia é capacidade de executar movimentos alternados de forma rápida e repetida¹. O teste de diadococinesia fornece informação em relação ao controle e à integração neuromotora². A observação de movimentos incoordenados pode ajudar a identificar problemas neurológicos³. Em pessoas com ataxia cerebelar, coreia ou doença de Parkinson ocorre diminuição da velocidade e da qualidade dos movimentos da diadococinesia oral⁴ e dos membros superiores⁵.

Os núcleos da base selecionam os grupos musculares que irão realizar movimentos e enviam a informação ao córtex. O cerebelo realiza modulação da informação sensorial, monitora os resultados do movimento, por meio da retroalimentação, controlando o tempo e sequência dos movimentos. A região pré-frontal é responsável pelo estabelecimento de meta, os lobos parietais processam as informações espaciais e as áreas pré-motora e suplementar auxiliam na seleção de movimentos⁶.

O teste de diadococinesia tem sido utilizado em diversas pesquisas e na prática clínica, como forma de

avaliação do controle motor da fala (diadococinesia oral) e dos membros superiores (diadococinesia de membros superiores)⁴⁻⁷. Porém, são necessários valores normativos, para que profissionais possam comparar o desempenho de pessoas com alterações neurológicas. Além disso, um protocolo de avaliação da diadococinesia, incluindo os testes de diadococinesia oral e de membros superiores, contribuiria, de forma interdisciplinar, com a integração de conhecimentos e resultados sobre o controle motor da fala e dos membros superiores⁸.

Hipotetizamos que, no teste de diadococinesia oral, o número de sílabas nas repetições /papapa/, /tatata/ e /kakaka/ seriam maiores do que o número de sílabas na sequência /pataka/. No teste de diadococinesia de membros superiores, pressupomos que seria possível realizar um número maior de repetições com cada um dos membros superiores isoladamente do que com ambos espelhados, e que a condição com menor número de repetições (portanto maior dificuldade) seria a condição com os membros alternados. Por fim, considerando que algumas áreas responsáveis pelo controle motor oral e de membros superiores são coincidentes ou conectadas,

hipotetizamos que os escores nos testes de diadococinesia oral e de membros superiores estariam correlacionados.

Este estudo visou (1) apresentar um protocolo interdisciplinar de avaliação da diadococinesia; (2) comparar o desempenho com os diferentes fonemas do teste de diadococinesia oral (/papapa/, /tatata/, /kakaka/ e /pataka/); (3) comparar o desempenho com as diferentes condições do teste de diadococinesia de membros superiores (espelhada, membro superior direito, membro superior esquerdo e alternada); (4) investigar possíveis relações entre os escores nos testes de diadococinesia oral e de membros superiores.

METODOLOGIA

Participantes

Foi utilizada uma amostra de conveniência. Foram avaliados 25 voluntários saudáveis, com idade entre 40 e 70 anos, de ambos os sexos, residentes na cidade de Cotia (SP). Todos leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os critérios de inclusão foram: pontuação na escala de equilíbrio de Berg acima de 50, pontuação na escala miniexame do estado mental acima de 24, ser destro e ter no mínimo quatro anos de estudo formal. Os critérios de exclusão foram ter alguma doença respiratória, neurológica, ortopédica, reumatológica ou psiquiátrica. Dez participantes foram excluídos porque não atendiam aos critérios e, portanto, dados de 15 participantes foram analisados.

Procedimentos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo (parecer nº 55948116.6.0000.0068). Foram registrados idade, escolaridade e doenças associadas. Em seguida, os participantes foram avaliados com a escala de equilíbrio de Berg⁹. A escala contém 14 itens e cada um é pontuado de 0-4. A pontuação máxima é de 56 pontos, e a pontuação de 41 a 56 indica baixo risco de queda¹⁰.

Os voluntários fizeram os testes de diadococinesia oral e de membros superiores na postura sentada. Antes de cada um dos testes, foi realizada a demonstração pelo examinador. O teste de diadococinesia oral é utilizado para avaliar o sistema fonoarticulatório e as funções oromotoras¹¹. Os voluntários realizaram a repetição dos fonemas /papapa/, /tatata/ e /kakaka/ e da não palavra /pataka/, o mais rápido possível, evitando cometer erros,

por 15 segundos. O teste foi gravado e o software Praat (download gratuito disponível em <https://goo.gl/gm7bx>) foi utilizado para a contagem do número das sílabas.

Por fim, foi realizado o teste de diadococinesia de membros superiores. Os voluntários permaneceram sentados em uma cadeira com os antebraços sobre as coxas. Receberam orientação para que realizassem os movimentos o mais rápido possível, evitando erros. Cada teste foi filmado e teve duração de 15 segundos. Primeiramente, foi realizado o teste de movimentos espelhados: com os dois antebraços sobre as coxas, foi solicitado que o participante realizasse a pronação e supinação dos antebraços, de forma simultânea. No teste de movimentos do membro superior direito, o membro avaliado ficou sobre a coxa ipsilateral e realizou prono-supinação, o outro membro foi posicionado atrás do tronco. Após a avaliação do membro superior direito, a mesma tarefa foi realizada com o membro superior esquerdo. Em seguida, no teste de movimentos alternados, os dois antebraços ficaram sobre as coxas e foram realizadas a pronação e a supinação dos antebraços, de forma alternada. Movimentos incompletos (pronação ou supinação parcial) ou dessincronizados não foram pontuados.

RESULTADOS

Os desempenhos nos testes de diadococinesia oral (número de vezes em que houve a repetição dos fonemas /papapa/, /tatata/, /kakaka/ e /pataka/) e de diadococinesia dos membros superiores (movimentos espelhados com membro superior direito, membro superior esquerdo e movimentos alternados) são apresentados na Tabela 1 e na Figura 1. Cada subtteste foi avaliado por 15 segundos. Na Tabela 1 também são apresentados idade, escolaridade (em anos de estudo formal), pontuação na escala de equilíbrio de Berg e análise descritiva.

Todos os dados de diadococinesia apresentaram distribuição normal (de acordo com o teste de Shapiro-Wilk). Os números de repetições dos fonemas /papapa/, /tatata/, /kakaka/ e /pataka/ foram comparados por ANOVA. Não houve diferença significativa entre o número de fonemas do teste de diadococinesia oral ($F(3, 27)=0,637$; $p=0,598$) (Figura 1).

A ANOVA mostrou que houve diferença significativa entre o número de repetições do teste de diadococinesia de membros superiores nas condições: movimentos espelhados, membro superior direito, membro superior esquerdo e movimentos alternados ($F(3, 27)=26,490$; $p<0,001$) (Figura 1). Os testes *post hoc* de Tukey mostraram

que o número de movimentos alternados foi menor que os números de movimentos das demais condições ($p < 0,001$).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise de correlação de Pearson, e a Figura 2 mostra os scatter

plots e as equações de retas ajustadas. Os coeficientes de correlação (r) entre 0,399 e 0,699 são considerados moderados, e entre 0,700 e 0,999 são considerados fortes (Tabela 2 e Figura 2).

Tabela 1. Pontuação geral dos participantes nas escalas e testes utilizados

	Idade/ Sexo	Escolaridade	Escala de Berg	/papapa/ /tatata/ /kakaka/ /pataka/	Movimentos espelhados	Membro direito	Membro esquerdo	Movimentos alternados			
P1	40/F	10	56	77	85	83	69	31	31	28	13
P2	45/M	6	56	75	80	71	90	30	31	29	13
P3	48/M	4	56	73	74	64	96	28	30	29	13
P4	49/F	16	56	80	81	76	75	24	25	24	17
P5	50/M	15	56	86	84	83	96	24	24	24	17
P6	51/F	16	55	95	98	92	96	22	26	24	21
P7	52/F	6	56	104	91	81	90	30	29	31	24
P8	54/M	6	56	76	86	84	69	27	28	21	18
P9	56/F	5	56	73	58	73	87	28	26	27	15
P10	56/M	4	56	85	84	73	90	29	28	25	21
P11	58/F	20	55	100	106	90	102	29	30	27	24
P12	61/M	14	56	68	74	76	75	22	23	25	17
P13	66/M	8	55	80	73	76	57	26	24	25	22
P14	68/F	8	55	82	80	79	75	26	26	25	18
P15	70/F	4	56	86	89	81	81	25	28	24	17
Média	54,9	9,5	55,7	82,7	82,9	78,8	27,7	83,2	26,7	27,3	25,9
Desvio padrão	8,5	5,3	0,5	10,3	11,3	7,3	4,3	12,8	2,9	2,6	2,6
Mínimo	40,0	4,0	55,0	68,0	58,0	64,0	19,0	57,0	22,0	23,0	21,0
Máximo	70,0	20,0	56,0	104,0	106,0	92,0	34,0	102,0	31,0	31,0	31,0

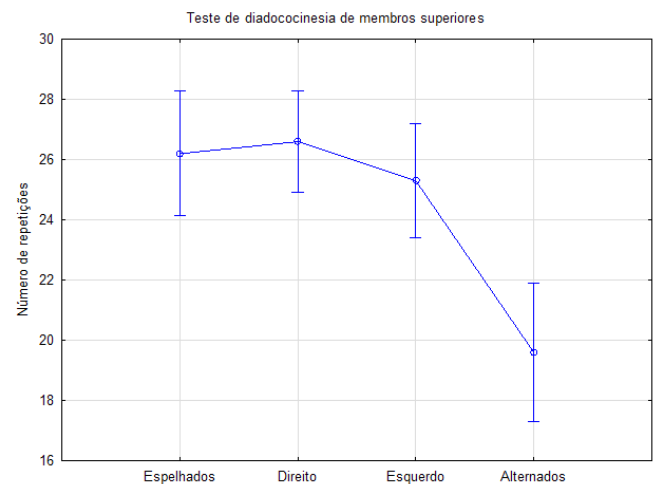
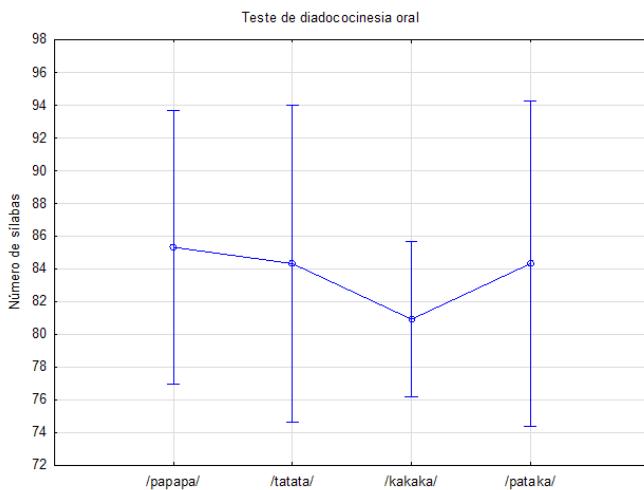


Figura 1. Desempenho nos testes de diadococinesia oral e de membros inferiores

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson

	Coeficientes	/papapa/	/tatata/	/kakaka/	/pataka/	Espelhado	Direito	Esquerdo	Alternado
/papapa/	r		0,778	0,635	0,465	0,107	0,187	0,180	0,781
	p		0,001	0,011	0,050	0,704	0,503	0,520	0,001
/tatata/	r	0,778		0,756	0,376	0,023	0,348	-0,069	0,550
	p	0,001		0,001	0,167	0,935	0,203	0,806	0,034
/kakaka/	r	0,635	0,756		0,094	-0,230	-0,052	-0,346	0,527
	p	0,011	0,001		0,737	0,409	0,851	0,206	0,044
/pataka/	r	0,465	0,376	0,094		0,103	0,318	0,352	0,112
	p	0,050	0,167	0,737		-0,713	0,247	0,198	0,690
Espelhado	r	0,107	0,023	-0,230	0,103		0,817	0,654	-0,086
	p	0,704	0,935	0,409	0,713		0,001	0,008	0,760
Direito	r	0,187	0,348	-0,052	0,318	0,817		0,561	-0,189
	p	0,503	0,203	0,851	0,247	0,001		0,029	0,499
Esquerdo	r	0,180	-0,069	-0,346	0,352	0,654	0,561		-0,096
	p	0,520	0,806	0,206	0,198	0,008	0,029		0,733
Alternado	r	0,781	0,550	0,527	0,112	-0,086	-0,189	-0,096	
	p	0,001	0,034	0,044	0,690	0,760	0,499	0,733	

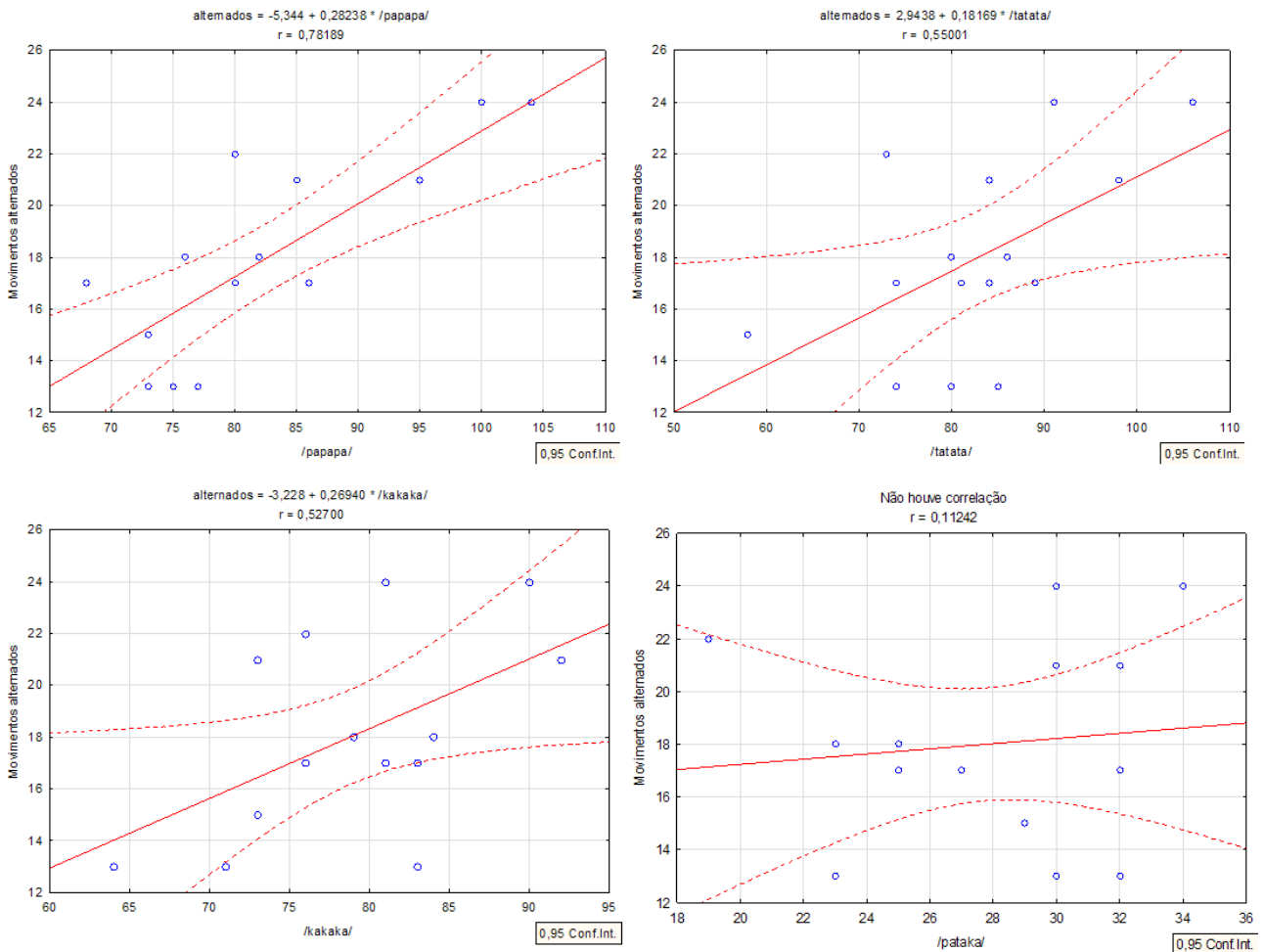


Figura 2. Relação entre número de repetições alternadas e o número de sílabas faladas em 15 segundos

DISCUSSÃO

Este estudo apresentou um protocolo interdisciplinar de avaliação da diadococinesia. Estudos prévios apresentaram resultados semelhantes no teste de diadococinesia oral^{1,2,7,12}. Porém, este trabalho é o primeiro a apresentar resultados de dois testes de diadococinesia e suas correlações. Dados normativos para avaliação da diadococinesia de membros superiores são escassos e os poucos estudos disponíveis não testaram movimentos unilaterais ou bilaterais espelhados^{5,13,14}.

Comparamos o desempenho com os diferentes fonemas do teste de diadococinesia oral (/papapa/, /tatata/, /kakaka/ e /pataka/). Diferente do que era esperado, não observamos diferença no número de repetições nas quatro condições. Nos trabalhos encontrados na literatura, não houve comparação entre o desempenho dos diferentes fonemas. Em estudos com participantes nativos em outros idiomas, /pataka/ foi mais difícil do que os fonemas isolados, apresentando menor número de repetições^{1,11}.

Esta pesquisa também comparou o desempenho com as diferentes condições do teste de diadococinesia de membros superiores (movimentos espelhados, com membro superior direito, com membro superior esquerdo, movimentos alternados). Na literatura não foram encontrados estudos prévios com comparação das diferentes condições. Observamos que, na condição de movimentos alternados, de fato, a dificuldade é maior, pois os participantes realizaram menor número de movimentos.

Por fim, foram investigadas possíveis correlações entre diadococinesia oral e de membros superiores. Observamos que os fonemas /papapa/, /tatata/ e /kakaka/ estiveram correlacionados com o desempenho alternado de membros superiores. A programação motora de ambas as tarefas ocorre predominantemente no hemisfério esquerdo^{15,16}, que também modula a coordenação de sequências motoras e a linguagem¹⁵. Além disso, as duas tarefas envolvem controle rítmico, realizado principalmente pelo cerebelo e a alternância de padrões sinérgicos, mediada pelos núcleos da base e por regiões corticais frontais. Pessoas com gagueira apresentam déficits sutis no controle motor manual, o que reforça a ideia de que a produção oral e controle motor manual são mediados por vias coincidentes ou comunicantes entre si¹⁷. Os participantes que conseguiram falar mais sílabas foram os mesmos que conseguiram fazer maior número de movimentos alternados.

Como limitação do estudo, devemos destacar que apenas quinze voluntários participaram. Estudos futuros

poderão investigar as diferenças entre as condições com movimentos espelhados, só com o membro superior direito, só com o membro superior esquerdo e movimentos alternados em grupos de pacientes e investigar diferenças entre idade e escolaridade. Estudos futuros poderão ainda investigar outras sequências dos testes, por exemplo, iniciando pelos fonemas /pataka/ ou pela condição com movimentos alternados.

CONCLUSÃO

Esse estudo piloto descreveu o desempenho nos testes de diadococinesia oral e de membros superiores, com abordagem interdisciplinar. Não houve diferença significativa entre os fonemas do teste de diadococinesia oral. Houve diferença entre as condições avaliadas no teste de diadococinesia dos membros superiores. Os fonemas estiveram correlacionados com o desempenho alternado de membros superiores. Os participantes que conseguiram falar mais fonemas foram os mesmos que conseguiram fazer o maior número de movimentos alternados, o que reforça a teoria de que há componentes em comum entre a coordenação fonoarticulatória de sílabas e a coordenação de pronosupinação de antebraços.

REFERÊNCIAS

1. Pierce JF, Cotton S, Perry A. Alternating and sequential motion rates in older adults. *Int J Lang Commun Disord*. 2013;48(3):257-64. doi: 10.1111/1460-6984.12001
2. Louzada T, Beraldinelle R, Berretin-Felix G, Brasolotto AG. Oral and vocal fold diadochokinesis in dysphonic women. *J Appl Oral Sci*. 2011;19(6):567-72. doi: 10.1590/S1678-77572011000600005
3. Shirota C, Jansa J, Diaz J, Balasubramanian S, Mazzoleni S, Borghese NA, Melendez-Calderon AM. On the assessment of coordination between upper extremities: towards a common language between rehabilitation engineers, clinicians and neuroscientists. *J Neuroeng Rehabil*. 2016;13(80):1-37. doi: 10.1186/s12984-016-0186-x
4. Wang YT, Kent RD, Duffy JR, Thomas, JE. Analysis of diadochokinesis in ataxic dysarthria using the motor speech profile program. *Folia Phoniatri Logop*. 2009;61(1):1-11. doi: 10.1159/000184539
5. Daneault JF, Carignan B, Sadikot AF, Duval C. Interlimb coupling during diadochokinesis in Parkinson's and Huntington's disease. *Neurosci Res*. 2015;97:60-8. doi: 10.1016/j.neures.2015.02.009

6. Tracy JI, Faro SS, Mohammed FB, Pinus AB, Madi SM, Laskas JW. Cerebellar mediation of the complexity of bimanual compared to unimanual movements. *Neurology*. 2001;57(10):1862-9. doi: 10.1212/WNL.57.10.1862
7. Tjaden K, Watling E. Characteristics of diadochokinesis in multiple sclerosis and Parkinson's disease. *Folia Phoniatr Logop*. 2003;55(5):241-. doi: 10.1159/000072155
8. Matos E, Pires DEP, Campos GWS. Relações de trabalho em equipes interdisciplinares: contribuições para a constituição de novas formas de organização do trabalho em saúde. *Rev Bras Enferm*. 2010;63(5):775-81. doi: 10.1590/S0034-71672010000500013
9. King LA, Priest KC, Salarian A, Pierce D, Horak FB. Comparing the Mini-BESTest with the Berg Balance Scale to evaluate balance disorders in Parkinson's disease. *Parkinsons Dis*. 2012;(ID375419):1-7. doi: 10.1155/2012/375419
10. Ferrazzoli D, Fasano A, Maestri R, Bera R, Palamara G, Ghilardi Mf, et al. Balance dysfunction in Parkinson's disease: the role of posturography in developing a rehabilitation program. *Parkinsons Dis*. 2015;2015(ID520128):1-10. doi: 10.1155/2015/520128
11. Ben-David BM, Icht M. Oral-diadochokinetic rates for Hebrew-speaking healthy ageing population: non-word versus real-word repetition. *Int J Lang Commun Disord*. 2017;52(3):301-10. doi: 10.1111/1460-6984.12272
12. Padovani M, Gielow I, Behlau M. Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals. *Arq Neuropsiquiatr*. 2009;67(1):58-61. doi: 10.1590/S0004-282X2009000100015
13. Haaxma CA, Bloem BR, Overeem SMD, Borm GF, Horstink MM. Timed motor tests can detect subtle motor dysfunction in early Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2010;25(9):1150-6. doi: 10.1002/mds.23100
14. Dennis M, Salman MS, Jewell D, Hetherington R, Spiegler BJ, MacGregor DL, et al. Upper limb motor function in young adults with spina bifida and hydrocephalus. *Childs Nerv Syst*. 2009;25(11):1447-53. doi: 10.1007/s00381-009-0948-x
15. Hodgson JC, Hirst RJ, Hudson JM. Hemispheric speech lateralisation in the developing brain is related to motor praxis ability. *Dev Cogn Neurosci*. 2016;22:9-17. doi: 10.1016/j.dcn.2016.09.005
16. Serrien DJ, Sovijärvi-Spapé MM. Manual dexterity: functional lateralisation patterns and motor efficiency. *Brain Cogn*. 2016;108:42-6. doi: 10.1016/j.bandc.2016.07.005
17. Alm PA, Karlsson P, Sundberg M, Axelson HW. Hemispheric lateralization of motor thresholds in relation to stuttering. *PLoS One*. 2013;8(10):e76824. doi: 10.1371/journal.pone.0076824