



Título ESTUDOS EM DESENVOLVIMENTO MOTOR DA CRIANÇA XVI

Eds. Maria João Lagoa; Diogo Coutinho; Carlos Carvalho; José Oliveira Santos;
João Viana & Gustavo Silva

Edição Centro de Publicações / Universidade da Maia
Centro de Investigação em Desporto, Saúde e
Desenvolvimento Humano [UID/04045/2020]

Coordenação Pedro Almiro Neves

Editorial Eduardo Cordeiro Gonçalves

Apoio Fundação para Ciência e a Tecnologia FCT

Design/Execução Graphic Production

Tiragem 150 exemplares

Depósito legal 523998/23

ISBN 978-989-53655-5-5

ANO DE EDIÇÃO NOVEMBRO DE 2023

É PROIBIDA A DUPLICAÇÃO OU REPRODUÇÃO DESTE VOLUME, NO TODO OU EM PARTE, SOB QUAISQUER FORMAS OU POR QUAISQUER MEIOS (ELETRÔNICO, MECÂNICO, GRAVAÇÃO, FOTOCÓPIA, ENTRE OUTROS), SEM PERMISSÃO EXPRESSA DOS EDITORES E DOS AUTORES.

RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE PUBLICAÇÃO AOS AUTORES E EDITORES

© TEXTOS E IMAGENS DA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

PERCEÇÃO E COMPETÊNCIA MOTORA EM PRÁTICA AUTOCONTROLADA NA EXECUÇÃO DO ROLAMENTO À FRENTE NA TRAVE EM DIFERENTES NÍVEIS DE DIFICULDADE MOTORA POR PRATICANTES DE FORMAÇÃO

PERCEPTION AND MOTOR COMPETENCE IN SELF-CONTROLLED PRACTICE IN PERFORMING THE FORWARD ROLL ON THE BEAM AT DIFFERENT LEVELS OF MOTOR DIFFICULTY BY FORMATION LEVEL PRACTITIONERS

Ana Serrão-Arrais^{1,2,4}, David Catela^{1,2,3,4}, Ana Soares¹, Leonor Gouveia¹,
Luís Castro¹, Mafalda Matos¹ & Marco Branco^{1,4,5}

¹ ESCOLA SUPERIOR DE DESPORTO DE RIO MAIOR, INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

² EDUCAÇÃO E TREINO-CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM QUALIDADE DE VIDA

³ CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO-UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

⁴ PSICOLOGIA APLICADA-UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

⁵ CIPER, FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA, UNIVERSIDADE DE
LISBOA, CRUZ QUEBRADA DAFUNDO, PORTUGAL

Resumo

A trave é um aparelho desportivo feminino, embora com origem gímnica masculina, que impõe constrangimentos físicos específicos. Fomos verificar se crianças praticantes de ginástica artística desportiva (N=35; 9,2±1,7 anos; experiência- 3,7±1,6 anos; 7 meninos) coincidiam na escolha e capacidade efetiva de realização do rolamento à frente na trave, perante diferentes níveis de dificuldade da tarefa. Os meninos revelaram uma percepção incorreta da sua capacidade de execução motora e não tiveram qualquer sucesso, mesmo no nível mais simples, que só tinha a limitação visual da largura da banda onde executava, o que implicaria maior linearidade na execução e utilização de menor base de apoio para mãos e pés; desconhecemos se a percepção da performance poderia decorrer da diferença entre géneros nos aparelhos da ginástica artística desportiva. Tanto meninas como meninos, seja qual for o escalão, têm uma percepção desajustada da sua real capacidade de prestação. Provavelmente, a aprendizagem autorregulada deve basear-se na exploração efetiva de diferentes níveis de dificuldade e não na percepção da competência motora pessoal.

Palavras-chave: Rolamento à frente; trave; percepção de competência motora; crianças.

Abstract

The beam is a female sports device, although with a male gymnastic origin, which imposes specific physical constraints. We went to verify whether children practicing sports artistic gymnastics (N=35; 9.2 ± 1.7 years; experience- 3.7 ± 1.6 years; 7 boys) coincided in the choice and effective ability to carry out the front roll on the beam, before different task difficulty levels. The boys revealed an incorrect perception of their motor execution capacity and did not have any success, even at the simplest level, which in relation to rolling forward on the ground only had the visual limitation of the width of the band where to perform it, but which would imply greater linearity in the execution and use of a smaller support base for hands and feet; it is not known whether it was for performative reasons, that is, due to the difference between genders in sports artistic gymnastics equipment. Both girls and boys, whatever the age group, have a misperception of their real performance capacity. Probably, self-regulated learning should be based on the effective exploration of different levels of difficulty and not on the perception of personal motor competence.

Keywords: Forward bearing; beam; perception of motor competence; children.

INTRODUÇÃO

As 1^{as} traves de ginástica de Jahn, de preparação militar de homens, tinham 12m, um diâmetro de ≈ 25 cm, em madeira, com várias alturas, e indicações de início no solo, direção do olhar e posicionamento dos pés. Em 1846, Spiess é o 1º a indicar a trave para mulheres, com 8 cm de largura, é introduzida para equipas nos 2^{os} Jogos Olímpicos de 1936. Em 1948, alterou-se para 5 m de comprimento, 10cm de largura e 1,20m de altura, com 4 a 5 elementos de dificuldade dinâmicos, sendo indesejável qualquer uso de força, em consonância com o estereótipo feminino da época. Em 1963 surge a trave com altura ajustável (91-1,20m), facilitando iniciação e treino (1). A aprendizagem autocontrolada ou autorregulada centra a escolha de constrangimento da tarefa em quem aprende (2), com benefício na aprendizagem motora [3], e.g., com acesso a implemento (4) ou controlo da dificuldade da tarefa (5); provavelmente, porque a perceção de autocontrolo facilita um envolvimento mais ativo no processo de aprendizagem, propiciando autorregulação (6), mais investimento no processo (7), e à exploração de novos modos de ação motora (8). Na prática autocontrolada as condições podem ser mais adequadas às necessidades e capacidades percecionadas (3,9). Um método possível é a oferta de escolha, propiciando autonomia, por exemplo, selecionar a complexidade da ação motora a executar (10). O conhecimento da condição mais difícil da tarefa motora e a possibilidade escolha do nível de dificuldade pode resultar num aumento gradual voluntário da dificuldade, com base no desempenho anterior (2,5,11). Fomos verificar se praticantes de ginástica artística desportiva coincidiam na escolha e capacidade

efetiva de realização do rolamento à frente na trave, perante diferentes níveis de dificuldade da tarefa.

METODOLOGIA

Amostra

Trinta e cinco praticantes (28 meninas; infantis=18, iniciação=17, idade- $9,2 \pm 1,7$ anos; experiência- $3,7 \pm 1,6$ anos; altura- $1,4 \pm 1,1$ m; peso- $31,6 \pm 6,7$ kg; imc- $17,3 \pm 2$); pertencentes aos escalões de formação infantil (INF) (n=18, 14 meninas) e iniciado (INI) (n=17, 14 meninas). Consentimento informado e assentimento obtidos.

Procedimentos e Protocolo

Recolhas realizadas individualmente, no período de treino, em local reservado, após aquecimento geral e específico. Foi dito à criança que não estava a ser avaliada e que a sua participação iria ajudar no ensino do rolamento à frente na trave. Foram apresentadas alinhadas, da esquerda para a direita, por ordem crescente de dificuldade, as seguintes condições: 1) solo, em duas linhas paralelas (10 cm de largura); 2) trave de esponja no solo; 3) trave de iniciação com colchão; 4) trave de iniciação sem colchão; 5) trave a 20cm de altura; e, 6) trave com altura oficial. Num primeiro momento, a criança assinalou todas as condições que considerava conseguir realizar com sucesso (escolha- E). Seguidamente, a criança executou em todas as condições (prestação- P), por ordem crescente de dificuldade, sendo bem-sucedida se terminasse de pé sobre a superfície definida, sem queda lateral, independentemente do tempo que demorasse e das oscilações laterais que produzisse.

Tratamento Estatístico

Programa IBM-SPSS, v.27. Testes Cochran (χ) e McNemar (p), com teste exato Monte Carlo, para comparações intragrupo. Teste Fisher (p) para comparação entre grupos. Probabilidade, 05, bicaude.

RESULTADOS

Nível de Dificuldade

No conjunto da amostra, nas condições E e P, há diferença significativa entre os níveis de dificuldade ($\chi=42,273$, $p<,001$; $\chi=42,273$, $p<,001$). Entre níveis, na condição E, níveis próximos não se diferenciam significativamente, sem diferença entre os últimos 3 níveis; na condição P, não há diferença significativa entre os 2 primeiros níveis, e, entre a condição 3 com as 4 a 6. Restantes comparações são significativas.

Gênero

Na condição E, os meninos INF têm a percepção de não capacidade para os 2 níveis mais difíceis; enquanto a maioria das meninas INF e INI têm a percepção de capacidade em todos os níveis. Na condição P, em ambos os escalões e em todos os níveis de dificuldade, nenhum menino teve sucesso (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência de escolha e prestação positivas (Condição), por nível de dificuldade (Nível), por escalão (infantis, iniciação) e por gênero (menina, menino).

Condição	Nível	Meninas Infantis (n=14)	Meninos Infantis (n=4)	Meninas Iniciadas (n=14)	Meninos Iniciados (n=3)
Escolha	1	14	4	14	3
	2	14	4	14	3
	3	14	2	14	1
	4	11	2	14	2
	5	9	0	12	1
	6	10	0	14	1
Prestação	1	3	0	10	0
	2	5	0	10	0
	3	0	0	4	0
	4	1	0	5	0
	5	0	0	0	0
	6	0	0	0	0

No conjunto da amostra, na condição E, há significativamente mais meninas a estimar sucesso nos níveis 3 ($p<,001$), 5 ($p=,006$) e 6 ($p<,001$). Na condição P, há significativamente mais meninas a ter sucesso nos níveis 1 ($p<,031$) e 2 ($p=,012$). Por escalão, na condição E, há significativamente mais meninas INF e INI a estimar sucesso nos níveis 3 ($p=,039$ e $p=,002$) e 6 ($p=,023$ e $p=,022$). Na condição P, há tendencialmente mais meninas INI a ter sucesso nos níveis 1 ($p=,051$) e 2 ($p=,051$). Por escalão, na condição P, as INI são significativamente mais proficientes no nível 1 ($p=,021$).

Condições

Para o conjunto da amostra, entre condições E e P, há diferença significativa (igual) para todos os níveis de dificuldade ($p<,001$). Por escalão, há diferença significativa para todos os níveis de dificuldade ($p<,001$). Por escalão e gênero, nos meninos INF e INI não há qualquer diferença significativa; nas meninas INF há diferença significativa em todos os níveis; nas INI nos 3 a 6.

DISCUSSÃO

Os resultados nas condições E e P sustentam uma progressão do grau de dificuldade. Os meninos revelaram uma perceção incorreta da sua capacidade, não tendo qualquer sucesso, mesmo na condição mais simples, mas que implicava maior linearidade na execução e utilização de menor base de apoio para mãos e pés; desconhecendo-se se por constrangimentos performativos [12], isto é, decorrente da diferença entre géneros nos aparelhos da ginástica artística desportiva [13,14].

CONCLUSÃO

Tanto meninas como meninos, seja qual for o escalão, têm uma perceção desajustada da sua real capacidade de prestação. Provavelmente, a aprendizagem autorregulada deve basear-se na exploração efetiva de diferentes níveis de dificuldade e não na perceção da competência motora pessoal.

FINANCIAMENTO

Ana Serrão-Arrais e David Catela foram apoiados pela FCT para o CIEQV (UID/CED/04748/2020). Marco Branco foi apoiado pela FCT para o CIPER (UIDB/00447/2020-unidade 447).

REFERÊNCIAS

- [1] Oliveira MS, de Souza AS, Costa AR, Nunomura M. The balance beam as an artistic gymnastics apparatus for women: from the origin to its consolidation. *Science of gymnastics journal*. 2023;15(2):269–84.
- [2] Keetch KM, Lee TD. The Effect of Self-Regulated and Experimenter-Imposed Practice Schedules on Motor Learning for Tasks of Varying Difficulty. *Res Q Exerc Sport*. 2007 Dec;78(5):476–86.
- [3] Wulf G. Self-controlled practice enhances motor learning: implications for physiotherapy. *Physiotherapy*. 2007 Jun;93(2):96–101.
- [4] Hartman JM. Self-controlled use of a perceived physical assistance device during a balancing task. *Percept Mot Skills*. 2007;104(3):1005–16.
- [5] Andrieux M, Danna J, Thon B. Self-Control of Task Difficulty During Training Enhances Motor Learning of a Complex Coincidence-Anticipation Task. *Res Q Exerc Sport*. 2012 Mar;83(1):27–35.
- [6] Kirschenbaum DS. Self-Regulation and Sport Psychology: Nurturing an Emerging Symbiosis. *Journal of Sport Psychology*. 1984 Jun;6(2):159–83.
- [7] Kitsantas A, Zimmerman BJ. Comparing Self-Regulatory Processes Among Novice, Non-Expert, and Expert Volleyball Players: A Microanalytic Study. *J Appl Sport Psychol*. 2002 Jan 30;14(2):91–105.

- [8] Wulf G, Toole T. Physical Assistance Devices in Complex Motor Skill Learning: Benefits of a Self-Controlled Practice Schedule. *Res Q Exerc Sport*. 1999 Sep;70(3):265–72.
- [9] Chiviawosky S, Wulf G. Self-Controlled Feedback: Does it Enhance Learning Because Performers Get Feedback When They Need It? *Res Q Exerc Sport*. 2002 Dec;73(4):408–15.
- [10] Su YL, Reeve J. A Meta-analysis of the Effectiveness of Intervention Programs Designed to Support Autonomy. *Educ Psychol Rev*. 2011 Mar 25;23(1):159–88.
- [11] Wu WFW, Magill RA. Allowing Learners to Choose. *Res Q Exerc Sport*. 2011 Sep;82(3):449–57.
- [12] Butler J. Notes toward a performative theory of assembly. Harvard University Press.; 2015.
- [13] Catela D, Seabra AP. Identity of gender in Sport: Height of barriers in Athletics. In: Seabra D, Jerzy K, editors. *Social determinants of sports activity*. Porto: University Fernando Pessoa; 2015. p. 101–8.
- [14] Catela D, Seabra AP. Gender in sport: The size of basketball' ball. In: Seabra D, Jerzy K, editors. *Social determinants of sports activity*. Porto: Universidade Fernando Pessoa; 2015. p. 109–17.

FINE MOTRICITY IN FINGER TAPPING TEST WITH CHILDREN: INCREMENTAL ENTROPY ANALYSIS

MOTRICIDADE FINA NO TESTE DE BATIDAS DO DEDO COM CRIANÇAS: ANÁLISE DA ENTROPIA INCREMENTAL

Nancy Brígida^{1,2}, David Catela^{1,2,4}, Cristiana Mercê^{1,2,3}, Beatriz Olhos¹, Diana Rafael¹, Joana Oliveira¹, Mariana Gonçalves¹ & Marco Branco^{1,2,3}

¹ ESCOLA SUPERIOR DE DESPORTO DE RIO MAIOR, INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

² PSICOLOGIA APLICADA, UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

³ CIPER, FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA, UNIVERSIDADE DE LISBOA, CRUZ QUEBRADA-DAFUNDO, PORTUGAL

⁴ EDUCAÇÃO E TREINO, CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM QUALIDADE DE VIDA (CIEQV), RAMO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

Summary

During the development process, the nervous system is constantly changing (1). The application of non-linear measures such as entropy has allowed a deeper analysis of motor control (3). The Finger Tapping Test (FTT) is usually used to assess fine motor skills, and in this study we intend to use this test to analyze entropy levels and assess the development of fine motor control in children. Sixty children ($M=8.141\pm 1.064$) participated in this study. Participants performed the FTT, 6 trials tapping with the index finger on a surface as fast as possible for ten seconds per trial. The test started with the preferred hand, followed by the non-preferred one. An inertial sensor was used to collect three-dimensional angular velocity. The entropy results indicated a change that occurs between the ages of 7 and 8 years old. It was observed that 6-years-old children, compared to other age groups, had lower entropy values, suggesting that they were more predictable when performing the FTT. The 8-years-old children seemed to have the highest entropy values, which might indicate that these children were less predictable (4). These findings suggest a transition to the third childhood, where significant changes occur in the nervous system during development. Entropy appears to be highly sensitive to these changes.

Keywords: Fine Motricity; Children; Finger Tapping Test; Nonlinear; Entropy.

Resumo

Durante o processo de desenvolvimento, o sistema nervoso está em constante mudança (1). A aplicação de ferramentas não-lineares como, a entropia, tem permitido uma análise mais profunda do controlo motor (3). O Finger Tapping Test (FTT) ou teste de batidas do

dedo é normalmente utilizado para avaliar a motricidade fina, e neste estudo pretende-se utilizar este teste para analisar os níveis de entropia e avaliar o desenvolvimento do controlo motor fino em crianças. Sessenta crianças ($M=8,141\pm 1,064$) participaram deste estudo. Os participantes realizaram o FTT, 6 tentativas batendo com o dedo indicador em uma superfície o mais rápido possível por dez segundos por tentativa. O teste iniciava com a mão preferida, seguida da não preferida. Um sensor inercial foi utilizado para recolher os dados tridimensionais de velocidade angular. Os resultados da entropia indicaram uma alteração que ocorre entre os 7 e os 8 anos. Observou-se que as crianças de 6 anos, em comparação com outras faixas etárias, apresentaram valores de entropia mais baixos, sugerindo que eram mais previsíveis ao realizar o FTT. As crianças de 8 anos apresentaram maiores valores de entropia, o que pode significar que eram menos previsíveis (4). Estes resultados sugerem uma possível transição para a terceira infância, onde parecem ocorrer mudanças significativas no sistema nervoso durante o desenvolvimento. A entropia parece ser altamente sensível a essas mudanças.

Palavras-Chave: Motricidade Fina; Crianças; Teste de Batidas do Dedo; Não-Linear; Entropia.

INTRODUCTION

Throughout the process of development, the nervous system undergoes constant modification and maturation (1). The dynamical system theory offers a suitable framework for studying the process of development. It encompasses the study of changes and aims to comprehend and depict the transitions that take place within complex systems (2). In recent times, the application of non-linear measures has enabled a more in-depth analysis of motor control, with a specific focus on the process and quality of movement. One such non-linear analysis measure is entropy (3). Entropy on a single-scale is able to quantify the predictability of the system (4). Fine motor control refers to the skill set involving the manipulation of small objects, manual dexterity, and handwriting skills (5, 6). Alongside these aptitudes, fine motor control also entails the capacity to execute repetitive actions driven by speed, like rapidly tapping a finger on a surface (5, 6). The Finger Tapping Test (FTT) is an example of fine motor skills assessment and it is a commonly employed tool to assess fine motor impairment (7). In this study, we intend to use the FTT to analyze the entropy levels and evaluate the development of fine motor control among children between the ages of 6 and 9 years old.

METHODOLOGY

Sample

Sixty children with ages between 6 and 9 years old, divided into 4 groups of ages (6 years=12; 7 years=19; 8 years=14; 9 years=15). Informed consent and assent were obtained.

Procedures and Instruments

In order to evaluate fine motor control, participants were instructed to complete the FTT, which involved performing 6 trials of tapping their index fingers as quickly as possible for a duration of ten seconds per trial. The test started with the preferred hand, followed by repeating the entire process with the non-preferred hand. Preferred hand was considered hand used for writing. To collect data during the FTT, a custom inertial sensor, MEMS, model MPU9250, was used. This sensor recorded three-dimensional (3D) linear acceleration and angular velocity and was operated using a specific program designed specifically for it. A rubber finger was employed to secure the inertial sensor onto the distal phalanx of the index finger, for the gathering of linear acceleration and angular velocity, transmitted wirelessly to a computer, using Bluetooth technology and received through a serial terminal, YAT (8), which served as the connection endpoint. The data was subsequently recorded in a text file format (.txt) (9).

Data Treatment and Statistical Analysis

The angular velocity txt files were then transferred to MATLAB (10) to calculate the incremental entropy (IncE). In the analysis of brief signals, IncE has proven to be a highly effective tool. IncE possesses greater sensitivity and the ability to detect subtle changes in amplitude and structure without making any assumptions. This characteristics makes it applicable to various types of signals (11). Afterwards the data was transferred to SPSS (12) for statistical analysis. Normal distribution was tested and it was not assumed. Non-parametric tests were performed for comparison between hands (Wilcoxon) and groups (U Mann-Whitney). Cohen's d was used to estimate the effect sizes (13).

RESULTS

In table 1 are presented the values for the statistical analysis and significance levels for the variables of mediolateral (ML), anteroposterior (AP) and vertical (V) IncE, between hands (Preferred, Non-Preferred) and per group.

Table 1. Statistical values of IncE for ML, AP and V axis, between hands and per age group. In bold are the variables with significant differences.

Group/Hand	Mean±SD	Preferred	Non-Preferred	Test Statistics		
		Mean±SD	Z	Sig.	Effect Size	
Age 6	Ent ML	2.977±0.216	2.923±0.172	-2.071	0.038	0.598
	Ent AP	3.374±0.259	3.410±0.226	-1.156	0.248	
	Ent V	3.353±0.282	3.323±0.184	-1.145	0.252	
Age 7	Ent ML	2.926±0.197	2.921±0.211	-0.660	0.509	
	Ent AP	3.404±0.178	3.389±0.251	-0.592	0.554	
	Ent V	3.281±0.184	3.357±0.163	-2.660	0.008	0.610
Age 8	Ent ML	3.149±0.201	3.079±0.229	-1.398	0.162	
	Ent AP	3.557±0.254	3.630±0.162	-2.420	0.016	0.647
	Ent V	3.378±0.248	3.499±0.186	-3.655	0.000	0.977
Age 9	Ent ML	3.159±0.236	3.119±0.192	-1.760	0.078	
	Ent AP	3.502±0.269	3.630±0.289	-3.865	0.000	0.998
	Ent V	3.416±0.252	3.458±0.242	-0.662	0.508	

SD – Standard Deviation; Z – Statistical Test (Wilcoxon); Sig. – Significant Differences; Ent ML – Incremental Entropy (Mediolateral Axis); Ent AP – Incremental Entropy (Anteroposterior Axis); Ent V – Incremental Entropy (Vertical Axis).

In the 6-years-old group, the ML entropy was significantly higher in the preferred hand when compared with the non-preferred one. In the 7-years-old group, the V entropy was significantly lower in the preferred hand than in the non-preferred one. In the 8-years-old group, the AP and V entropy were significantly lower in the preferred hand when compared to the non-preferred one. In the 9-years-old group, the AP entropy was significantly lower in the preferred hand than in the non-preferred hand. Regarding comparisons between groups, there were no significant differences between the groups of 6 and 7 years old. There were significant differences between the groups of 6 and 8 years old, for the ML ($U=1732.0$; $p=0.001$; $d=0.901$) and AP IncE ($U=1954.0$; $p=0.001$; $d=0.746$) in the preferred hand and, for the ML ($U=1881.0$; $p=0.001$; $d=0.779$), AP ($U=1414.0$; $p=0.001$; $d=1.107$) and V IncE ($U=1554.0$; $p=0.001$; $d=1.009$) in the non-preferred hand. There were significant differences between the age 6 and age 9 groups, for the ML ($U=1948.0$; $p=0.001$; $d=0.838$) and AP IncE ($U=2358.0$; $p=0.003$; $d=0.572$) in the preferred hand and, for the ML ($U=1622.0$; $p=0.001$; $d=1.050$), AP ($U=1834.0$; $p=0.001$; $d=0.912$) and V IncE ($U=2177.0$; $p=0.001$; $d=0.690$) in the non-preferred hand. There were significant differences between the age 7 and the age 8 groups, for the ML ($U=2218.0$; $p=0.001$; $d=1.123$), AP ($U=3209.0$; $p=0.001$; $d=0.690$) and V IncE ($U=3589.0$; $p=0.003$; $d=0.524$) in the preferred hand and, for the ML ($U=2999.0$; $p=0.001$; $d=0.750$), AP ($U=2155.0$;

$p=0.001$; $d=1.124$) and V IncE ($U=2794.0$; $p=0.001$; $d=0.841$) in the non-preferred hand. There were significant differences between the groups of 7 and 9 years old, for the ML ($U=2527.0$; $p=0.001$; $d=1.066$), AP ($U=3872.0$; $p=0.003$; $d=0.515$) and V IncE ($U=3625.0$; $p=0.001$; $d=0.617$) in the preferred hand and, for the ML ($U=2602.0$; $p=0.001$; $d=1.024$), AP ($U=2856.0$; $p=0.001$; $d=0.919$) and V IncE ($U=3792.0$; $p=0.002$; $d=0.533$) in the non-preferred hand. There were no significant differences between the age 8 and age 9 groups per hand. The effect sizes showed a large effect (13).

DISCUSSION

In children, fine motor control like drawing and tracing, are still in development. Unlike adults, these types of movements are not yet automated in children and are constantly changing, being most noticeable between the ages of 7 and 10. Children exhibit different maturation levels of neural structures involved in motor control. For example, an important structure that go through quick modifications from infancy to adolescence and is crucial for fine motor skills is the corticospinal tract (1). The findings presented in this study clearly indicates a notable change that occurs between the ages of 7 and 8 years old. In the single-scale results, it was observed that 6-years-old children exhibited lower entropy values, indicating that they are more predictable when performing the FTT compared to other age groups. On the other hand, 8-years-old children tended to have the highest entropy values. These values increased at age 7 and then started to decrease at age 9. Higher entropy values are usually seen in younger and healthy adults, suggesting that at this age, these children are less probable with highly new information received from the next stages of the system (4). These results may suggest a noticeable transition into the third childhood (14), indicating significant maturation changes in the nervous system during development. Entropy seems to be highly sensitive to these changes, and with the utilization of this tool, we might have the potential to analyze the developmental process of fine motor control in children, particularly within the 7-8 years age range.

CONCLUSION

Examining fine motor control throughout development serves a crucial purpose in recognizing typical patterns and inconsistencies (1). This study demonstrated the potential to analyze fine motor control across different age groups through the use of the FTT and nonlinear analysis methods. Entropy appears to exhibit high sensitivity to these maturation changes.

Funding

The work of Cristiana Mercê and Marco Branco was partly supported by the Portuguese Foundation for Science and Technology under Grant UIDB/00447/2020 to CIPER – Centro Interdisciplinar de Estudo da Performance Humana (unit 447). David Catela received partial support from the Portuguese Foundation for Science and Technology, UIDP/04748/2020 – under Grant UIDB/04748/2020 to CIEQV – Centro de Investigação em Qualidade de Vida.

REFERENCES

- [1] Cohen EJ, Bravi R, Minciocchi D. Assessing the Development of Fine Motor Control in Elementary School Children Using Drawing and Tracing Tasks. *Percept Mot Skills*. 2021;128(2):605-24.
- [2] Mercê C, Cordovil R, Catela D, Galdino F, Bernardino M, Altenburg M, et al. Learning to Cycle: Is Velocity a Control Parameter for Children's Cycle Patterns on the Balance Bike? *Children (Basel)*. 2022;9(12).
- [3] Azami H, Rostaghi M, Abasolo D, Escudero J. Refined Composite Multiscale Dispersion Entropy and its Application to Biomedical Signals. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2017;64(12):2872-9.
- [4] Yentes JM, Raffalt PC. Entropy Analysis in Gait Research: Methodological Considerations and Recommendations. *Ann Biomed Eng*. 2021;49(3):979-90.
- [5] Martzog P, Stoeger H, Suggate S. Relations between Preschool Children's Fine Motor Skills and General Cognitive Abilities. *Journal of Cognition and Development*. 2019;20(4):443-65.
- [6] Bondi D, Robazza C, Lange-Küttner C, Pietrangelo T. Fine motor skills and motor control networking in developmental age. *American Journal of Human Biology*. 2022.
- [7] Roalf DR, Rupert P, Mechanic-Hamilton D, Brennan L, Duda JE, Weintraub D, et al. Quantitative assessment of finger tapping characteristics in mild cognitive impairment, Alzheimer's disease, and Parkinson's disease. *Journal of Neurology*. 2018;265(6):1365-75.
- [8] Klay M. YAT. 2.4.1 ed2021.
- [9] Brígida N. Analysis of the complexity and variability of fine and gross motor tasks in fibromyalgia patients: Precision and retrospective cross-sectional studies: Escola Superior de Desporto de Rio Maior; 2023.
- [10] MATLAB. Natick, Massachusetts: The MathWorks, Inc. R2021a ed2021.
- [11] Liu X, Jiang A, Xu N, Xue J. Increment Entropy as a Measure of Complexity for Time Series. *Entropy*. 2016;18(1):22.
- [12] IBM. SPSS Statistics - IBM Corporation and its licensors. 2021.
- [13] Fields A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics 5th ed.* Library of Congress: SAGE Publications Ltd; 2018.
- [14] Cordovil R, Barreiros J. *Desenvolvimento Motor na infância.* Faculdade de Motricidade Humana 2014.