

Aquisição de uma habilidade motora de alcance e manipulação em crianças com paralisia cerebral classificadas nos níveis I e II do Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS): relato de casos

Acquisition of a motor skill of reach and manipulation in children with cerebral palsy classifieds in levels I and II of the Manual Ability Classification System (MACS): case reports

Isabella Vendramini Costa¹, Rafael Pereira Oliveira¹, Danielle Borrego Perez¹

RESUMO

A paralisia cerebral (PC) é primariamente um distúrbio neuromotor que afeta o desenvolvimento do movimento, tônus muscular e postura. Crianças com PC podem apresentar deficiências sensório-motoras que podem comprometer a execução dos movimentos do membro superior com impacto nas atividades de vida diária (AVD's). O Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS) descreve como crianças com PC utilizam as mãos para manipular objetos no dia a dia. **Objetivo:** Avaliar se crianças com PC classificadas nos níveis I e II da escala MACS apresentam diferença na aprendizagem de uma habilidade de alcance e manipulação. **Método:** Relato de casos que incluiu 2 crianças com PC de 4 anos de idade, classificadas nos níveis I e II da escala MACS. Foi realizada uma sessão de treinamento de uma tarefa de alcance e manipulação. Como variável foi adotado o tempo de execução das sequências, a média de tempo dentro dos blocos e a primeira tentativa como medida pré teste e a última como pós teste. **Resultados:** A criança com PC classificada no nível I da escala MACS apresentou uma melhora na tarefa de alcance e manipulação, com redução de 35,53% no tempo de execução. Já a criança classificada no nível II, não obteve redução no tempo de execução, mas sim, um aumento de 4,76% no tempo de execução. **Conclusão:** Crianças com PC classificadas no nível I da escala MACS têm melhor desempenho em tarefas de alcance e manipulação ao se comparar com as crianças classificadas no nível II.

¹Universidade São Francisco

Autor Correspondente

Isabella Vendramini Costa
E-mail: isavendraminicosta@gmail.com

Conflito de Interesses

Nada a declarar

Submetido: 27 maio 2024

Aceito: 04 julho 2024

Como citar

Costa IV, Oliveira RP, Perez DB. Aquisição de uma habilidade motora de alcance e manipulação em crianças com paralisia cerebral classificadas nos níveis I e II do Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS): relato de casos. Acta Fisiatr. 2024;31(3):191-196.

DOI: 10.11606/issn.23170190.v31i3a225673

ISSN 2317-0190 | Copyright© 2024 | Acta Fisiátrica
Instituto de Medicina Física e Reabilitação - HCFMUSP



Este trabalho está licenciado com uma licença
Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional

Palavras-chave: Paralisia Cerebral, Destreza Motora, Atividade Motora

ABSTRACT

Cerebral palsy (CP) is primarily a neuromotor disorder that affects movement development, muscle tone, and posture. Children with CP may present sensory-motor impairments that can impact the execution of upper limb movements, affecting daily living activities. The Manual Ability Classification System (MACS) describes how children with CP use their hands to manipulate objects. **Objective:** To evaluate whether children with CP classified at levels I and II on the MACS scale show differences in learning a reaching and manipulation skill. **Method:** Case report that includes 2 children with CP, both 4 years old, classified at levels I and II on the MACS scale. A training session was conducted for a reaching and manipulation task. Variables included execution time of sequences, average time within blocks, and the first attempt as pre-test and the last attempt as post-test measures. **Results:** The child with CP classified at level I on the MACS scale there was a significant improvement in the reach and manipulation task, with a reduction of 35.53%, in contrast, the child classified at level II did not show a reduction in execution time but rather a 4.76% increase. **Conclusion:** The child with MACS level I had better performance on the task when compared to the child with MACS level II.

Keywords: Cerebral Palsy, Motor Skills, Motor Activity

INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é um distúrbio neuromotor que afeta o desenvolvimento do movimento, tônus muscular e postura. As deficiências neuromotoras se originam de lesões não progressivas no cérebro fetal ou imaturo e são frequentemente acompanhadas por deficiências da sensação, percepção, cognição, comunicação, comportamento e por lesões musculoesqueléticas secundárias.¹ A incidência da PC é calculada entre 1,5 e 3 a cada 1.000 nascimentos, porém, no Brasil, não se encontram estudos que investiguem a prevalência e a incidência da PC de maneira exata.^{2,3}

O reconhecimento dos preditores relacionados às limitações e restrições apresentadas pelas crianças e adolescentes com PC, contribui, sobremaneira, com o delineamento de estratégias terapêuticas mais assertivas. Relações entre a habilidade para realizar atividades de cuidado pessoal e as habilidades manuais têm sido relatadas.^{4,5}

As deficiências sensório-motoras presentes em ambos os membros superiores ou mais evidentes em um dos membros e o comprometimento do planejamento motor resultam em déficit da execução do movimento, que também contribui com as limitações no desempenho das atividades da vida diária (AVD's).⁶⁻⁸ A habilidade manual proporciona a interação do indivíduo com o meio ambiente, com objetos e com pessoas, contribuindo com o desenvolvimento de capacidades para executar as AVD's.⁹

Estudos mostram que o principal desafio relacionado à função dos membros superiores das crianças com PC parece ser a dificuldade em coordenar as forças necessárias para pegar um objeto e movê-lo ou levantá-lo. Neste contexto, crianças com PC que apresentam habilidades manuais reduzidas e maior comprometimento motor, apresentam risco para restrições na participação na vida doméstica e nas relações interpessoais na adolescência e na vida adulta.¹⁰ O planejamento motor, como um processo de tomada de decisão, leva em consideração o objetivo e as restrições para o movimento desejado, o que possivelmente depende de um modelo interno de feedforward baseado na simulação de ação, ou seja, a pessoa percebe as pistas ambientais para antecipar a realização de um movimento. As pistas visuais e representações internas construídas durante experiências, fornecem informações antes da disponibilidade de feedback somatossensorial e permitem o planejamento da ação motora.^{6,11}

O Sistema de Classificação da Habilidade Manual (MACS), descreve como as crianças de 4 a 18 anos com PC utilizam suas mãos para manipular os objetos no dia a dia classificando-as em 5 níveis, de I a V, sendo: Nível I: manipula os objetos facilmente e com sucesso; Nível II: manipula a maioria dos objetos mas com qualidade e/ou velocidade da realização um pouco reduzida; Nível III: manipula os objetos com dificuldade e necessita de ajuda para preparar e/ou modificar as atividades; Nível IV: manipula uma variedade limitada de objetos facilmente manipuláveis em situações adaptadas e Nível V: não manipula objetos e tem habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações simples.¹²

Em suma, compreender de que maneira a classificação por meio da escala MACS pode ser considerada um preditor para a aquisição de uma habilidade motora é de extrema importância para os profissionais estabelecerem suas metas e identificarem os recursos necessários para a prevenção e monitoramento de agravos.

OBJETIVO

Sabendo da importância da função manual nas AVD's da criança com PC, o objetivo do presente relato de caso é avaliar se crianças classificadas nos níveis I e II da escala MACS apresentam diferença na aprendizagem de uma habilidade motora de alcance e manipulação.

MÉTODO

Trata-se de um relato de caso que foi realizado na Universidade São Francisco, campus Bragança Paulista. Foram incluídas 2 crianças com Paralisia Cerebral, classificadas por meio da escala MACS nos níveis I e II, com acuidade visual que permitiu a identificação dos alvos, acuidade auditiva e compreensão verbal que permitiu o processamento das informações ofertadas pelo pesquisador. Os responsáveis foram notificados por meio de contato telefônico e orientados sobre a finalidade da pesquisa.

Os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a criança assinou o termo de Assentimento. O estudo foi aprovado no comitê de ética e pesquisa da Universidade São Francisco sob CAAE 55951921.1.0000.5514 e o parecer 5.358.256.

O estudo foi realizado em uma sessão de treinamento, que consistia em deslocar os carrinhos em uma tarefa de alcance e manipulação após o estímulo luminoso que indicava o carrinho que deveria ser movido. A criança foi orientada a realizar o deslocamento dos carrinhos o mais rápido possível.

Os indivíduos realizaram 5 tentativas para familiarização com a tarefa, seguidas por 5 blocos de aquisição. Cada bloco foi constituído por 5 sequências; cada sequência contava com alcance e manipulação de 5 carrinhos. O intervalo entre as tentativas foi de 10 segundos e o intervalo entre os blocos de 1 minuto. As crianças foram orientadas a manipularem os carrinhos com a mão dominante ou de sua preferência.

O dispositivo conta com 5 carrinhos acionadores conectados a um software capaz de registrar o tempo de deslocamento dos carrinhos dentro da sequência. Como variável, foi adotado o tempo total de execução das sequências e a média de tempo dentro dos blocos de aquisição. Foi considerado como medida pré-teste a primeira tentativa do bloco de aquisição e a última tentativa como medida pós-teste. A ilustração do dispositivo consta na Figura 1.



Figura 1. Dispositivo acionador

RESULTADOS

Relato de Caso 1

Criança M.D.F com 4 anos de idade cronológica, com diagnóstico de PC bilateral espástica, quadriparético de predomínio à esquerda, classificado no nível III do GMFCS (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa) e Nível I na escala MACS (Sistema de Classificação da Função Manual); apresenta alcance voluntário e boa compreensão dos comandos e orientações do pesquisador e é capaz de sustentar a atenção durante a prática.

Na familiarização, a criança apresentou capacidade para alcance e manipulação dos carrinhos, não necessitando de supervisão ou suportes; manteve a atenção sustentada durante as instruções sobre a tarefa, todavia com velocidade reduzida de acordo com a classificação por meio da escala MACS para a habilidade manual de alcance do carrinho.

Crianças classificadas no nível I da escala MACS podem ter dificuldade de desempenho em situações novas. São capazes de manipular objetos muito pequenos, pesados ou frágeis, porém, com limitações. Apresentam dificuldades em controle motor fino minucioso e tem uma diminuição na coordenação eficaz entre as mãos.

O tempo de execução da tarefa de alcance e manipulação no pré-teste foi de 1 minuto e 16 segundos e no pós teste foi de 49 segundos; ao se comparar os tempos no pré e no pós teste, observa-se uma redução no tempo de execução de 35,53%, ou seja, obteve melhor desempenho.

A média de tempo de execução em cada um dos 5 blocos foi de, respectivamente, 1 minuto e 4 segundos, 46 segundos, 33 segundos, 29 segundos e 37 segundos.

Já o tempo total de cada um dos blocos foi de, respectivamente, 5 minutos e 20 segundos, 3 minutos e 53 segundos, 2 minutos e 45 segundos, 2 minutos e 24 segundos e 3 minutos e 6 segundos. Ao se comparar as médias do primeiro e do último bloco, observa-se uma redução de 41,88% do tempo de execução da tarefa, portanto, observou-se um melhor desempenho.

O tempo de execução do 3º e do 4º bloco foram melhores do que o tempo do 5º bloco, não se sabe de fato o motivo desse achado, porém, isso pode ter acontecido devido ao nível de atenção da criança durante a execução, apesar dessa capacidade de atenção ter sido melhor do que o Caso 2, isso pode ter influenciado nessa oscilação do tempo de execução dos blocos. Todavia, o desempenho do Caso 1 ainda foi melhor do que no Caso 2, evidenciado pelas medidas pré e pós teste. O tempo de cada tentativa é expressado na Figura 2 e na Tabela 1.

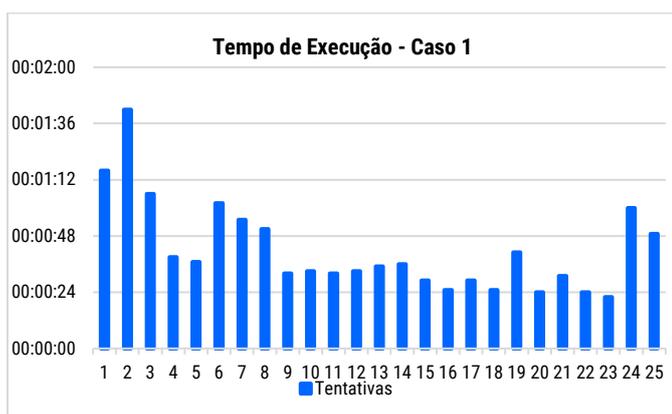


Figura 2. Tempo de execução - Caso 1

Relato de Caso 2

Criança D.P.F com 4 anos de idade cronológica, com diagnóstico de PC bilateral espástica, quadriparética de predomínio à direita, classificado no nível IV de GMFCS (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa) e Nível II na escala MACS (Sistema de Classificação da Função Manual). Apresenta alcance voluntário e boa compreensão dos comandos e orientações do pesquisador com deficiência para atenção sustentada e seletiva. Quanto às habilidades de membros superiores, D.P.F manipula a maioria dos objetos com qualidade e velocidade reduzidas, utiliza algumas alternativas para manipulação e tem independência para as atividades manuais.

Na familiarização, a criança apresentou capacidade para alcance e manipulação dos carrinhos, com necessidade de supervisão e suportes; não manteve a atenção sustentada durante as instruções sobre a tarefa e apresentou velocidade reduzida de acordo com a classificação por meio da escala MACS para a habilidade manual de alcance do carrinho.

Crianças classificadas no nível II da escala MACS são capazes de desempenhar quase as mesmas atividades que as crianças do nível I, porém, observa-se uma qualidade de desempenho reduzida, bem como desempenho mais lento. Normalmente as crianças do nível II preferem simplificar a manipulação dos objetos utilizando uma superfície de suporte ao invés de manipular objetos com as duas mãos. Porém, as habilidades manuais normalmente não restringem a independência nas AVDs.

O tempo de execução da tarefa de alcance e manipulação no pré-teste foi de 1 minuto e 3 segundos e no pós teste foi de 1 minuto e 6 segundos, ao se comparar os tempos no pré e no pós teste, observa-se um aumento no tempo de execução de 4,76%, ou seja, obteve pior desempenho.

A média de tempo de execução em cada um dos 5 blocos foi de, respectivamente, 56 segundos, 51 segundos, 50 segundos, 59 segundos e 49 segundos. Já o tempo total de cada um dos blocos foi de, respectivamente, 4 minutos e 38 segundos, 4 minutos e 15 segundos, 4 minutos e 9 segundos, 4 minutos e 3 segundos, ao se comparar as médias do primeiro e do último bloco, nota-se uma redução de 12,59% do tempo de execução da tarefa. Portanto, pode-se observar uma melhora no desempenho, porém essa melhora foi menor ao se comparar com o caso 1. O tempo de cada tentativa é expressado na Figura 3 e na Tabela 1.

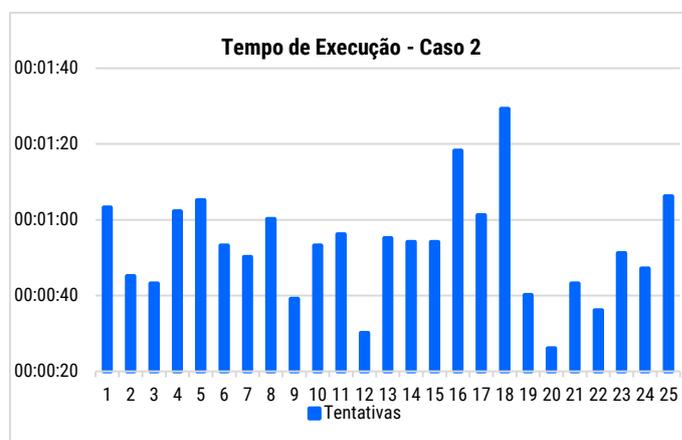


Figura 3. Tempo de execução - Caso 2

Como supracitado, na Tabela 1 consta o tempo de execução de cada tentativa nos dois relatos de caso. Na Tabela 2 constam as médias de cada bloco e o tempo total de cada bloco.

Tabela 1. Tempo de execução de cada tentativa no relato de Caso 1 e no relato de Caso 2

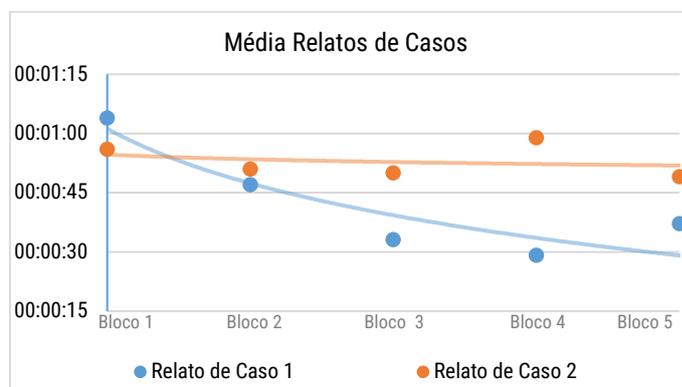
	Execução	Relato de Caso 1	Relato de Caso 2
Bloco 1	1	00:01:16	00:01:03
	2	00:01:42	00:00:45
	3	00:01:06	00:00:43
	4	00:00:39	00:01:02
	5	00:00:37	00:01:05
Bloco 2	6	00:01:02	00:00:53
	7	00:00:55	00:00:50
	8	00:00:51	00:01:00
	9	00:00:32	00:00:39
	10	00:00:33	00:00:53
Bloco 3	11	00:00:32	00:00:56
	12	00:00:33	00:00:30
	13	00:00:35	00:00:55
	14	00:00:36	00:00:54
	15	00:00:29	00:00:54
Bloco 4	16	00:00:25	00:01:18
	17	00:00:29	00:01:01
	18	00:00:25	00:01:29
	19	00:00:41	00:00:40
	20	00:00:24	00:00:26
Bloco 5	21	00:00:31	00:00:43
	22	00:00:24	00:00:36
	23	00:00:22	00:00:51
	24	00:01:00	00:00:47
	25	00:00:49	00:01:06

Tabela 2. Média e soma do tempo de execução em cada um dos blocos

	Relato de Caso 1		Relato de Caso 2	
	Média	Soma	Média	Soma
Bloco 1	00:01:04	00:05:20	00:00:56	00:04:38
Bloco 2	00:00:47	00:03:53	00:00:51	00:04:15
Bloco 3	00:00:33	00:02:45	00:00:50	00:04:09
Bloco 4	00:00:29	00:02:24	00:00:59	00:04:54
Bloco 5	00:00:37	00:03:06	00:00:49	00:04:03

Ao se comparar os dois casos relatados e as médias do tempo de execução da tarefa dos blocos 1 a 5, conclui-se que os dois casos tiveram melhora no tempo de execução, mas o Caso 1 (Paciente com MACS Nível I) obteve uma melhora significativamente maior que o Caso 2 (Paciente com MACS Nível II). Portanto, foi observado diferença na aquisição e aprendizagem da habilidade motora de alcance e manipulação ao se comparar os dois níveis da escala MACS, já que o MACS nível I obteve melhor desempenho ao se comparar as variáveis pré e pós teste e as medidas de

média e tempo total dos blocos. Ao analisar as linhas de tendência, os tempos estão decaindo gradativamente, porém no Caso 1 essa redução se mostra acelerada ao se comparar com o Caso 2. As mensurações estão ilustradas na Figura 4.



Legenda: Azul: Relato de Caso 1; Laranja: Relato de Caso 2

Figura 4. Valores expressos a partir da média de tempo obtida em cada bloco

DISCUSSÃO

A literatura tem demonstrado coerência entre as informações funcionais obtidas por meio das classificações da PC, tais como o GMFCS e o MACS. A classificação de crianças com PC de acordo com capacidade e desempenho funcional nas funções motoras grossas e fina tem sido frequente em publicações.¹²⁻¹⁶

De fato, crianças classificadas nos níveis IV e V do MACS e do GMFCS apresentam menor capacidade para funções motoras grossas. Burgues et al.¹⁷ analisaram de maneira longitudinal o autocuidado em crianças com PC de 18 meses a 5 anos e sua correlação com os níveis da MACS. Os autores concluíram que níveis mais baixos (nível I e II) de MACS obtiveram melhores pontuações e desempenho nas escalas de autocuidado, já os níveis mais altos do MACS obtiveram piores pontuações, como esperado. Além disso, crianças classificadas no nível V da escala MACS não mostraram progresso e melhora nas habilidades de autocuidado em relação aos níveis mais baixos da escala MACS.

Nos achados do presente estudo, a criança classificada no nível I da escala MACS apresentou melhor desempenho na realização da tarefa de alcance e manipulação quando comparada a criança classificada no nível II após as tentativas de alcance e manipulação dos carrinhos. Os valores de pré e pós teste mostram que de fato o nível mais baixo de MACS obteve um melhor desempenho pois sua melhora no tempo de execução foi de 35,53%, já no Caso 2, foi observado um aumento de 4,76% no tempo de execução, comprovando a diferença da aquisição de uma habilidade motora de alcance e manipulação entre os níveis MACS.

Segundo Figueroa e Corredor,¹⁸ há uma correlação da escala MACS, do GMFCS e da função manual. No presente estudo a criança classificada no nível III do GMFCS foi classificada no nível I da escala MACS, já a criança classificada no nível IV do GMFCS foi classificada nível II da escala MACS. Ambas as escalas, GMFCS e MACS, levam em consideração o impacto do comprometimento motor na função e ambas classificam do mais leve ao mais grave, portanto é esperado que os pacientes com níveis mais graves do GMFCS também sejam mais graves no MACS, porém não há correlação linear e direta. Nos casos relatados não há dados para corroborar a afirmação feita. Porém, é importante

a complementação entre as escalas para o delineamento de estratégias eficazes para o manejo desses pacientes. Nesse relato de caso as crianças manusearam os carrinhos na tarefa de alcance e manipulação com a mão que intencionalmente iniciaram a familiarização do movimento, não havendo interferência do examinador.

Steenbergen et al.^{6,19,20} comparou o tempo de reação das crianças com PC em relação ao tempo de reação de crianças com desenvolvimento típico. Os autores concluíram que mesmo quando as crianças com PC usavam a mão dominante, deficiências no tempo de reação em comparação com as crianças com desenvolvimento típico foram observadas, corroborando com os achados deste estudo, em que as crianças não apresentaram uma melhora no tempo de execução que se manteve estável durante as tentativas, mostrando uma falta de estabilização total do tempo de realização da tarefa. Essa falta de estabilização é evidenciada pela grande oscilação no tempo de execução, demonstrada nas Figuras 2 e 3, e essa oscilação é bem mais evidente e notável no Caso 2.

No Caso 1, a criança apresentou melhores capacidades para manter a atenção sustentada. Já no Caso 2, a criança classificada no nível II da escala MACS, necessitou de supervisão e condução para direcionamento e manutenção da atenção. Tal constatação observada, configura a associação de fatores intrínsecos intervenientes durante o processo de aquisição de habilidades motoras. A literatura mostra que nas fases iniciais de aquisição de uma habilidade motora, o sistema atua a nível cortical com controle da tarefa de forma consciente, com grande demanda para os processos atencionais, progredindo para o controle inconsciente com estabilização no desempenho da tarefa.²¹ As diferenças atencionais apresentadas entre as crianças do estudo, apesar de não terem relação com o nível da escala MACS de cada uma, podem ter influenciado negativamente na aquisição da habilidade motora treinada especialmente no Caso 2.

Buszard et al.²² discutiram o papel da memória operacional em uma tarefa de manipulação com utilização de instruções durante a aprendizagem motora de crianças e concluíram que as crianças que apresentaram boa capacidade de memória de trabalho apresentaram melhor desempenho na aquisição imediatamente após o treinamento, na retenção, e uma semana após o treinamento. Nesse estudo, as capacidades da memória operacional não foram mensuradas, todavia, pode-se inferir que o gerenciamento das demandas da tarefa foi diferente entre as crianças, possivelmente por ser este processo relativo ao funcionamento da memória operacional, que se julgou mais deficitária na criança do Caso 2.²²

Crianças com PC podem apresentar deficiências sensoriais, perceptuais e cognitivas que acentuam o comprometimento das funções motoras e conseqüentemente pioram a execução de atividades.²³ O aproveitamento das referências espaciais resulta em melhor planejamento motor,²⁴ portanto, pode-se concluir que crianças com PC que apresentam capacidade de memória operacional reduzida associada a deficiências perceptivas, também apresentem dificuldades no planejamento motor.²⁵

CONCLUSÃO

Crianças com PC classificadas nos níveis I e II da MACS participantes deste estudo, apresentaram capacidade para aquisição de uma habilidade motora de alcance e manipulação, porém, evidenciou-se melhor desempenho no Caso 1, em que a criança era

classificada no nível I da escala MACS. O Caso 2, em que a criança era classificada no nível II da escala MACS, teve um aumento do tempo de realização da tarefa, portanto, não se pode afirmar que obteve melhora no desempenho.

Os níveis da escala MACS apresentaram associação com a aquisição da habilidade treinada e foram considerados preditores para as limitações apresentadas.

Limitações

Estudos com modelos metodológicos mais robustos poderão contribuir para a determinação de fatores intrínsecos e extrínsecos associados aos níveis da escala MACS.

REFERÊNCIAS

- Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DL, et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers*. 2016;2:15082. Doi: 10.1038/nrdp.2015.82
- Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2020;16:1505-1518. Doi: [10.2147/NDT.S235165](https://doi.org/10.2147/NDT.S235165)
- Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes de Atenção à Pessoa com Paralisia Cerebral. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2013.
- Voorman JM, Dallmeijer AJ, Schuengel C, Knol DL, Lankhorst GJ, Becher JG. Activities and participation of 9- to 13-year-old children with cerebral palsy. *Clin Rehabil*. 2006;20(11):937-48. Doi: [10.1177/0269215506069673](https://doi.org/10.1177/0269215506069673)
- Ostensj  S, Carlberg EB, V llestad NK. Everyday functioning in young children with cerebral palsy: functional skills, caregiver assistance, and modifications of the environment. *Dev Med Child Neurol*. 2003;45(9):603-12. Doi: [10.1017/s0012162203001105](https://doi.org/10.1017/s0012162203001105)
- Steenbergen B, Gordon AM. Activity limitation in hemiplegic cerebral palsy: evidence for disorders in motor planning. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(9):780-3. Doi: [10.1017/S0012162206001666](https://doi.org/10.1017/S0012162206001666)
- James S, Ziviani J, Ware RS, Boyd RN. Relationships between activities of daily living, upper limb function, and visual perception in children and adolescents with unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2015;57(9):852-7. Doi: [10.1111/dmcn.12715](https://doi.org/10.1111/dmcn.12715)
- Poitras I, Martinie O, Robert MT, Campeau-Lecours A, Mercier C. Impact of sensory deficits on upper limb motor performance in individuals with cerebral palsy: a systematic review. *Brain Sci*. 2021;11(6):744. Doi: [10.3390/brain-sci11060744](https://doi.org/10.3390/brain-sci11060744)
- Kurjak A, Stanojevi  M, Barišić LS, Radončić E. Kurjak Antenatal Neurodevelopmental Test (KANET): A Useful Tool for Fetal Neurodevelopmental Assessment. In: Schenker JG, Genazzani AR, Sciarra JJ, Mettler L, Birkhaeuser MH, (eds). *Clinical management of infertility. reproductive medicine for clinicians*. Cham: Springer; 2021. p. 271-301. Doi: [10.1007/978-3-030-71838-1_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-71838-1_19)

10. van Gorp M, Hilberink SR, Noten S, Benner JL, Stam HJ, van der Slot WMA, et al. Epidemiology of cerebral palsy in adulthood: a systematic review and meta-analysis of the most frequently studied outcomes. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020;101(6):1041-1052. Doi: [10.1016/j.apmr.2020.01.009](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.01.009)
11. Goodale MA. Transforming vision into action. *Vision Res.* 2011;51(13):1567-87. Doi: [10.1016/j.visres.2010.07.027](https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.07.027)
12. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall AM, et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(7):549-54. Doi: [10.1017/S0012162206001162](https://doi.org/10.1017/S0012162206001162)
13. Mancini MC, Alves ACM, Schaper C, Figueredo EM, Sampaio RF, Coelho ZA, et al. Gravidade da paralisia cerebral e desempenho funcional. *Rev Bras Fisioter.* 2004; 8(3):253-260.
14. Cury VCR, Mancini MC, Melo AP, Fonseca ST, Sampaio RF, Tirado MGA. Efeitos do uso de órtese na mobilidade funcional de crianças com paralisia cerebral. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(1):67-74.
15. Ostensjø S, Carlberg EB, Vøllestad NK. Motor impairments in young children with cerebral palsy: relationship to gross motor function and everyday activities. *Dev Med Child Neurol.* 2004;46(9):580-9. Doi: [10.1017/s0012162204000994](https://doi.org/10.1017/s0012162204000994)
16. Steenbergen B. Using the MACS to facilitate communication about manual abilities of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(12):948. Doi: [10.1017/s0012162206002076](https://doi.org/10.1017/s0012162206002076)
17. Burgess A, Boyd RN, Ziviani J, Ware RS, Sakzewski L. Self-care and manual ability in preschool children with cerebral palsy: a longitudinal study. *Dev Med Child Neurol.* 2019;61(5):570-578. Doi: [10.1111/dmcn.14049](https://doi.org/10.1111/dmcn.14049)
18. Zapata-Figueroa V, Ortiz-Corredor F. Assessment of Manual Abilities Using the Box and Block Test in Children with Bilateral Cerebral Palsy. *Occup Ther Int.* 2022;2022:9980523. Doi: [10.1155/2022/9980523](https://doi.org/10.1155/2022/9980523)
19. Steenbergen B, Jongbloed-Pereboom M, Spruijt S, Gordon AM. Impaired motor planning and motor imagery in children with unilateral spastic cerebral palsy: challenges for the future of pediatric rehabilitation. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55 Suppl 4:43-6. Doi: [10.1111/dmcn.12306](https://doi.org/10.1111/dmcn.12306)
20. Steenbergen B, Verrel J, Gordon AM. Motor planning in congenital hemiplegia. *Disabil Rehabil.* 2007;29(1):13-23. Doi: [10.1080/09638280600947591](https://doi.org/10.1080/09638280600947591)
21. Brown RG. The role of cortico-striatal circuits in learning sequential information. *Adv Neurol.* 1999;80:31-9.
22. Buszard T, Farrow D, Verswijveren SJJM, Reid M, Williams J, Polman R, et al. Working Memory Capacity Limits Motor Learning When Implementing Multiple Instructions. *Front Psychol.* 2017;8:1350. Doi: [10.3389/fpsyg.2017.01350](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01350)
23. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14.
24. Belmonti V, Cioni G, Berthoz A. Development of anticipatory orienting strategies and trajectory formation in goal-oriented locomotion. *Exp Brain Res.* 2013;227(1):131-47. Doi: [10.1007/s00221-013-3495-3](https://doi.org/10.1007/s00221-013-3495-3)
25. Bartonek Å, Piccardi L, Guariglia C. Topographical Working Memory in Children with Cerebral Palsy. *J Mot Behav.* 2021;53(2):200-8. Doi: [10.1080/00222895.2020.1748861](https://doi.org/10.1080/00222895.2020.1748861)