








# Avaliação do tempo de reação em crianças com anemia falciforme

## Evaluation of reaction time in children with sickle cell anemia

Kellen Carvalho Vicentina Marinello<sup>1\*</sup> , Maria Claudia Pereira<sup>2</sup> ,  
Valdinar de Araújo Rocha Junior<sup>3,4</sup> , Flavia Vanessa de Araujo Medeiros<sup>3</sup> ,  
Fernanda Sampaio Teles<sup>3</sup> , Sílvia Maria Gonçalves Coutinho<sup>5</sup> , Jake Carvalho do Carmo<sup>3</sup> 

### RESUMO

A anemia falciforme é uma doença crônica capaz de afetar gravemente a habilidade de processar rapidamente uma informação. O objetivo deste estudo foi avaliar o tempo de reação em crianças portadoras de anemia falciforme, usando testes de tempo de reação simples e tempo de reação de escolha. Foi realizado um estudo transversal no Hospital da Criança de Brasília, com pacientes do ambulatório de hematologia. O grupo experimental foi composto por 24 crianças falcêmicas e o grupo controle por 22 crianças não afetadas pela anemia falciforme. O tempo de reação simples e o tempo de reação de escolha foram avaliados por meio de equipamentos desenvolvidos para esse fim. Os resultados mostraram déficit significativo no tempo de reação de escolha das crianças com anemia falciforme ( $p= 0.000161$ ). No tempo de reação simples o grupo experimental apresentou menor atenção, cometendo uma maior proporção de erros por omissão, quando comparado ao grupo controle ( $p= 0.00678$ ). O menor índice de acerto nos testes de tempo de reação simples e tempo de reação de escolha em crianças com anemia falciforme pode estar relacionada à alta prevalência de infarto cerebral silencioso nessa população. Outro fato que pode ser associado ao aumento do tempo de reação nas crianças portadoras de anemia falciforme é a falta de vivência e oportunidades de atividades motoras ao longo da infância em razão da patologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** doença crônica; hemoglobina falciforme; desenvolvimento infantil; desempenho psicomotor; lesões encefálicas.

### ABSTRACT

Sickle cell anemia is a chronic disease that can severely affect the ability to process information quickly. The aim of this study was to evaluate the reaction time in children with sickle cell anemia using simple reaction time and choice reaction time tests. A cross-sectional study was performed at the Children's Hospital of Brasília, with patients from the hematology outpatient clinic. The experimental group was composed of 24 sickle cell children and the control group by 22 children not affected by sickle cell anemia. The simple reaction time and choice reaction time were evaluated using equipment developed for this purpose. The results showed a significant deficit in the choice reaction time of children with sickle cell anemia ( $p= 0.000161$ ). In simple reaction time, the experimental group showed less attention, committing a higher proportion of errors by omission when compared to control group ( $p= 0.00678$ ). The lower rate of success in simple reaction time and choice reaction time tests in children with sickle cell anemia may be related to the high incidence of silent cerebral infarction in this population. Another fact that may be associated with high reaction time in patients with sickle cell anemia is the lack of experience and opportunities for motor activities throughout childhood due to the pathology.

**KEYWORDS:** chronic disease; hemoglobin, sickle; child development; psychomotor performance; brain injuries.

<sup>1</sup>Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação – Brasília (DF), Brasil.

<sup>2</sup>Colégio Militar de Brasília – Brasília (DF) – Brasil.

<sup>3</sup>Universidade de Brasília – Brasília (DF), Brasil.

<sup>4</sup>Grupo de pesquisa em biodinâmica e epidemiologia da atividade física em segurança pública, Academia Nacional de Polícia, Polícia Federal – Brasília (DF), Brasil.

<sup>5</sup>Secretaria de Estado da Saúde, Hospital de Apoio – Brasília (DF), Brasil.

\***Autora correspondente:** SGCV LOTE 27 a 30, Bl. E, apto. 304, Zona Industrial – CEP: 71215-770 – Brasília (DF), Brasil.

E-mail: kellenmarinello@gmail.com

**Conflito de interesses:** nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar.

Recebido: 23/11/2019. Aceito: 04/11/2020.

## INTRODUÇÃO

A anemia falciforme (AF) é a doença hematológica hereditária mais comum no mundo e estima-se que aproximadamente 7% da população mundial seja acometida pelos transtornos hematológicos das hemoglobinas, representados em sua maioria pela doença falciforme (DFF) (Loureiro & Rozenfeld, 2005). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), estima-se que a cada ano nasçam 300 mil crianças com DFF. Somente na África, nascem 200 mil crianças com a forma mais grave da doença. Nas Américas, os afrodescendentes apresentam grande quantidade de portadores do traço falciforme e com alta incidência de DFF (Brasil, 2016). Segundo o Programa Nacional de Triagem Neonatal, do Ministério da Saúde, nascem no Brasil 3.500 crianças por ano com DFF e estima-se que 7.200.000 pessoas sejam portadoras do traço falcêmico no país (Felix, Souza, & Ribeiro, 2010).

Na AF, o processo de polimerização – condensação entre duas moléculas produzindo uma molécula maior – leva à oclusão vascular, que pode desencadear crises algicas, infartos cerebrais silenciosos (ICS), acidente vascular encefálico (AVE), síndrome torácica aguda, sequestro esplênico e priapismo, entre outras manifestações (Rodrigues et al., 2016). Crianças que apresentam AF possuem um maior risco de sofrer lesões cerebrais ao longo da infância devido à hipóxia crônica, vasoconstrição da circulação cranial e consequente isquemia do tecido cerebral (Angulo, 2007).

A ocorrência de ICS e AVE influencia negativamente o desenvolvimento infantil, podendo levar a déficits em várias funções neuropsicomotoras (Angulo, 2007). Entre os aspectos que podem ser afetados estão as funções executivas que são responsáveis por planejar, executar, controlar e supervisionar uma sequência de ações. As funções executivas estão intimamente relacionadas ao desenvolvimento motor, pois promovem um comportamento dirigido a determinado objetivo final específico (Luft, Andrade, & Rolim, 2004).

Ao estudar crianças falcêmicas com ICS, Davis et al. (2007) verificaram que 53% delas possuíam déficits nas funções executivas (Davis et al., 2007). Além disso, elas apresentaram menor capacidade de se desenvolverem mental e fisicamente, já que a defasagem nestas funções compromete a compreensão de comandos, a tomada de decisão e a efetiva resposta motora. Cabe ressaltar que crianças com DFF comumente permanecem à margem das experiências motoras próprias da idade, pois não acompanham fisicamente seus pares, e, pela própria condição de serem portadoras de uma doença crônica, ficam frequentemente afastadas das atividades formais da educação física escolar (Nunes et al., 2010). Corroborando com esse fato, o professor de educação física, que poderia auxiliar de forma fundamental no processo de

desenvolvimento dessas crianças, sente-se incapaz de atuar devido à falta de conhecimento específico acerca da patologia e suas complicações.

Segundo Luft et al. (2004), o desenvolvimento motor ocorre continuamente ao longo da vida, se modificando de acordo com as necessidades da tarefa, dos aspectos biológicos e do ambiente em que o indivíduo vive, sendo viabilizado tanto pela maturação biológica quanto pelo contexto social. Os mesmos autores consideram, portanto, que a evolução neural seja capaz de proporcionar uma integração sensório-motora através do sistema nervoso central em operações cada vez mais complexas (Luft et al., 2004).

Em cada faixa etária, o movimento adquire características significativas e a aquisição ou aparição de determinados comportamentos motores tem repercussões importantes no desenvolvimento da criança como um todo. Cada nova aquisição influencia as aquisições anteriores, tanto no domínio cognitivo quanto no motor. Por isso, déficits neurológicos na infância podem ser muito graves, principalmente no que diz respeito à velocidade de processamento da informação (Luft et al., 2004).

O tempo de reação (TR) é a medida mais utilizada para se avaliar a velocidade de processamento da informação relacionada ao sistema neuromuscular. O TR pode ser definido como o intervalo temporal observado entre a percepção de algum evento ou estímulo ambiental e o início da resposta motora. Ele pode ser classificado como simples (TRS), quando há apenas um evento ou um estímulo alvo a ser observado antes de se efetuar a resposta motora e tempo de reação de escolha (TRE), quando há dois ou mais estímulos ou eventos a serem observados antes da ação motora (Marteniuk, 1976).

A velocidade de processamento da informação, no que se refere ao TR em tarefas solicitadas, pode ser avaliada por meio de testes neuropsicológicos (Ramos & Minervino, 2008). O teste neuropsicológico comumente utilizado para avaliar o TR em crianças é a Escala de Inteligência Wechsler para Crianças (Wechsler Intelligence Scale for Children – WISC) que avalia o quociente de inteligência de crianças e adolescentes dos 6 aos 16 anos. Trata-se de um instrumento de alto custo, que deve ser aplicado apenas por um psicólogo, individualmente, e tem um tempo longo de administração (aproximadamente uma hora). Esta escala foi publicada pela primeira vez em 1949 e está em sua 5ª versão (WISC V). Na forma atual, há quatro índices para avaliação, entre eles o índice de velocidade de processamento que traz os valores do TR para a tarefa designada (Kaplan & Saccuzzo, 2017; Vidal, de Figueiredo, & do Nascimento, 2011).

Com o avanço da tecnologia, procedimentos menos onerosos e de mais fácil aplicação têm surgido como alternativa aos testes neuropsicológicos para avaliação do TR.

A literatura apresenta equipamentos eletrônicos e softwares especialmente desenvolvidos para avaliar o TR em diferentes situações. Nesse contexto, destaca-se a utilização de tecnologia de vídeo games que, por estarem acoplados a um sistema eletrônico, aumenta a precisão das respostas e favorece o registro dos dados (Ejupi, Brodie, Gschwind, Schoene, & Delbaere, 2014).

Apesar de haver diferentes ferramentas tecnológicas disponíveis para mensurar o TR com alta precisão e diferenciação de resultados entre TRS e TRE (Ejupi et al., 2014), não foram encontrados na literatura estudos com intuito de verificar as possíveis alterações nesses parâmetros em crianças com AF.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar o TR de crianças com e sem histórico de AF e avaliar a quantidade de erros cometidos por essas crianças utilizando equipamentos construídos para essa finalidade e de fácil aplicação.

## MÉTODO

### Amostra

Participaram do estudo 46 crianças, alocadas em grupo experimental (GE) e grupo controle (GC). O grupo experimental foi composto por 24 crianças falcêmicas (idade:  $9.41 \pm 1.97$  anos), todas pacientes do ambulatório de Hematologia Pediátrica do Hospital da Criança de Brasília José Alencar (HCB). Foram convidadas a participar do GE apenas crianças com o diagnóstico descrito no prontuário eletrônico do hospital sob os CIDs D57.0 (AF com crise) e D57.1 (AF sem crise) e que foram atendidas pelo ambulatório no período entre 04 e 08 de abril de 2016. As informações desses prontuários foram utilizadas após a assinatura de termo de concordância do hospital. Os 22 voluntários do grupo controle foram oriundos da rede de ensino pública e privada de Brasília (idade:  $8.33 \pm 1.54$  anos) e não possuíam diagnóstico da patologia.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília e, após esclarecimento de dúvidas, os responsáveis pelas crianças assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando a participação deles no estudo. As crianças do GE e GC também assinaram um Termo de Assentimento, conforme orientação do Comitê de Ética. A aplicação dos testes foi realizada em uma sala reservada dentro do HCB, na presença do pai, mãe ou responsável, garantindo conforto e segurança da criança, além de reduzir os riscos de constrangimento. Todos os testes foram aplicados pela própria pesquisadora responsável.

## Instrumentos

A avaliação do TR por meio da apresentação de estímulo visual e/ou auditivo seguida de resposta motora específica é método amplamente empregado na literatura (Petroski, 1997; Andrade, Belmonte, & Viana, 2006; Finkel & McGue, 2006; Ando, Yamada, & Kokubu, 2010; Dykiert, Der, Starr, & Deary, 2012). A latência entre a visualização de luzes e o acionamento ou liberação de botões traduz o TR de forma consciente e voluntária, sem interferência de mecanismos reflexos ou de estimulação transcraniana (Gorus, De Raedt, & Mets, 2006; Dykiert et al., 2012).

Estruturas com diferentes dispositivos eletrônicos têm sido adaptadas para adequar a mensuração do TR a diferentes contextos de análise e populações (Fozard, Thomas Jr, & Waugh, 1976; Finkel & McGue, 2006). No presente estudo o equipamento usado apenas ganhou uma roupagem diferenciada voltada para o universo infantil a fim de aumentar o interesse na tarefa e facilitar a realização dos testes.

Os dispositivos para aplicação dos testes de TR foram desenvolvidos no Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos e Controle Motor, da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília e pelo Setor de Bioengenharia do Hospital SARAH – Brasília. Para o desenvolvimento desses equipamentos foi utilizado um Arduino Uno – plataforma de prototipagem eletrônica e hardware livre e de placa única, projetada com microcontrolador Atmel AVR, suporte de entrada e saída embutido e linguagem de programação padrão. O Arduino foi programado para gerar estímulos luminosos randômicos por meio de leds coloridos e para registrar o TR a cada estímulo, por resposta ao acionamento de um botão. As informações do TR eram transferidas para um computador via bluetooth ao microcontrolador do Arduino. Os equipamentos foram desenvolvidos como brinquedos a fim de despertar o interesse das crianças na realização dos testes.

## Procedimentos

Para a realização dos testes as crianças foram posicionadas sentadas, em cadeira apropriada a sua estatura, pés apoiados no chão e braços apoiados sobre a mesa onde estavam dispostos os equipamentos de testagem. Foi fixada sobre a mesa uma marcação onde a criança deveria repousar a mão dominante antes e após cada acionamento do botão. Esta marcação foi feita a cinco centímetros do botão acionador. As crianças foram orientadas a apertar o botão o mais rápido possível após a percepção de determinados estímulos luminosos.

Os testes eram interrompidos após doze respostas motoras válidas, chamadas acertos por ação, ou seja, após doze acionamentos realizados tão logo o aparecimento do

estímulo luminoso. Foram registrados ainda os erros por ação (EA) e os erros por omissão (EO), que foram, respectivamente, os acionamentos do botão na ausência do estímulo luminoso e o não acionamento do botão na presença do estímulo luminoso. O erro foi considerado por omissão quando o tempo de acionamento do botão foi superior a 1.000 milissegundos.

Para teste de TRS, o Arduino utilizado foi acoplado a um brinquedo (carro de polícia) onde foram fixados quatro leds: dois leds na cor branca, localizados na parte dianteira do carro, simulando os faróis; um led na cor azul e outro led na cor vermelha, localizados na parte superior do carro, simulando um giroflex. O Arduino foi programado para acender os leds dos faróis randomicamente (estímulos luminosos) no intervalo de 1.000 a 4.000 milissegundos. Os participantes foram orientados a observar atentamente os leds dos faróis e assim que estes piscassem deveriam acionar o botão, pressionando-o o mais rápido possível. Como resposta ao acionamento do botão, os leds do giroflex acendiam. O TRS foi considerado o intervalo de tempo (em milissegundos) entre o acendimento dos leds do farol e o acionamento do botão. Antes do teste de TRS, foi realizada uma familiarização com o equipamento que consistiu em acionar 10 vezes o botão a fim de verificar a pressão necessária para ativá-lo como também visualizar o brilho do giroflex como resposta ao seu acionamento.

Para o teste de TRE o Arduino foi acoplado a um conjunto de 12 leds: três leds na cor branca, três na cor azul, três na cor verde e três na cor vermelha. Esses leds foram agrupados por cor e dispostos lado a lado, nessa sequência, e fixados numa caixa de 30 cm de comprimento por 12 cm de largura. A este sistema foi fixado um cabo com um botão de acionamento. O microcontrolador foi programado para acender randomicamente dois grupos de leds de cores diferentes de cada vez, a cada 200 milissegundos. Os participantes foram orientados a acionar o botão o mais rápido possível (resposta motora seletiva) todas as vezes que os leds brancos e azuis acendessem simultaneamente (estímulos luminosos alvo). As respostas motoras foram captadas mediante o acionamento do botão e a transferência e registro dos dados (tempo em milissegundos) feitos para o computador.

Cabe ressaltar que o microcontrolador utilizado tem robustez para a mensuração do TR em milissegundos e a rotina *open source* citada é simples algoritmo implementado em linguagem computacional para a contagem do tempo.

## Análise estatística

Para análise descritiva dos dados foram calculadas média e desvio padrão e a normalidade dos dados foi verificada por

meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados referentes ao GE não apresentaram normalidade ( $p < 0.05$ ). Dessa forma, optou-se pela utilização de testes não paramétricos nas análises. As idades foram comparadas com o teste Mann-Whitney. Para comparação dos TRS e TRE entre grupos foi utilizada a Anova de Friedman e o teste de Wilcoxon com a correção de Bonferroni como post hoc.

O teste Qui-quadrado também foi utilizado na análise dos dados para verificar diferença na proporção entre os EA e os EO cometidos pelos voluntários do GE e GC. O pacote estatístico SPSS (SPSS Inc. versão 13.0) foi utilizado nos cálculos estatísticos. O nível de significância adotado foi de 5% para todas os testes.

## RESULTADOS

A Tabela 1 mostra a caracterização da amostra após a retirada dos dados espúrios em cada teste. Não foi encontrada diferença significativa para a idade entre os grupos estudados.

A análise intragrupos indicou que o TRS foi significativamente menor que o TRE no GE, conforme pode ser observado na Tabela 2. No entanto, a diferença entre TRS e TRE não foi identificada no GC.

A comparação entre os grupos não indicou diferença significativa para o TRS (Tabela 2). No entanto, o TRE do GE foi significativamente maior que o observado no GC.

**Tabela 1.** Alocação dos participantes e idade média ( $\pm$  desvio padrão) do grupo experimental e do grupo controle nos testes de tempo reação simples e tempo de reação de escolha.

Grupos	Idade (anos)	TRS (n)	TRE (n)
GE	9,41 $\pm$ 1,97	24	24
GC	8,33 $\pm$ 1,54	20	21

TRS: tempo de reação simples; TRE: tempo de reação de escolha; GE: grupo experimental; GC: grupo controle.

**Tabela 2.** Valores de média ( $\pm$  desvio padrão) do tempo reação nos testes de tempo de reação simples e tempo de reação de escolha, para o grupo experimental e grupo controle.

	TRS (ms)	TRE (ms)
GC	397,45 ( $\pm$ 61,79)	364,48 ( $\pm$ 9066)
GE	478,06 ( $\pm$ 114,03)*	747,80 ( $\pm$ 52358)**

\*Tempo de reação simples significativamente menor que o tempo de reação de escolha no grupo experimental; \*\*tempo de reação de escolha do grupo experimental significativamente maior que o tempo de reação de escolha observado no grupo de controle ( $p = 0.000161$ ); TRS: tempo de reação simples; TRE: tempo de reação de escolha; GC: grupo de controle; GE: grupo experimental.

No teste de TRS nenhuma das crianças apresentou antecipação da resposta motora acionando o botão antes do aparecimento do estímulo visual. Portanto, não foram computados EA nem para o GE e nem para o GC. No entanto, no teste de TRE os voluntários de ambos os grupos cometeram tanto EA quanto EO. Os totais de erros computados no TRE encontram-se apresentados na Tabela 3.

O teste Qui-quadrado indicou uma associação positiva entre o cometimento da AF e a ocorrência de EA e EO no TRE. Os participantes do GE apresentaram, portanto, maior tendência a cometerem os dois tipos de erros no teste de TRE comparados aos voluntários do GC.

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar variáveis relacionadas ao TR entre crianças com AF e crianças sem histórico de AF por meio de equipamentos desenvolvidos para este fim. Os resultados encontrados fornecem suporte para a hipótese de que crianças com AF apresentam déficits no TR de escolha e consequentes alterações de funções neuropsicológicas que influenciam o seu desenvolvimento global.

Franco (2009) descreve que atenção é a capacidade de o indivíduo responder predominantemente aos estímulos que lhe são significativos em detrimento de outros. Segundo Bolfer et al. (2010), o ato de selecionar o estímulo alvo dentre vários outros e reagir no momento correto necessita de maior concentração, intencionalidade, coordenação motora e capacidade de resistir a estímulos irrelevantes, além da sustentação da atenção e da atenção dividida. Nesse processo o sistema nervoso é capaz de manter um contato seletivo com as informações que chegam através dos órgãos sensoriais, dirigindo atenção para aqueles que são mais relevantes e garantindo uma interação eficaz com o meio (Lima, 2005). Caso haja alguma alteração neurológica, todo esse sistema pode falhar, causando alterações na velocidade de processamento da informação e consequentemente no TR.

**Tabela 3.** Contingência dos erros cometidos durante o teste de tempo de reação de escolha.

Tipo de erro	GC	GE	Total
Erros por ação	23	34*	57
Erros por omissão	3	24*	27
Total	26	58	84

\*Número de erros significativamente superior à quantidade de erros observada no grupo de controle ( $p=0.00678$ ); GC: grupo de controle; GE: grupo de escolha.

Tarazi, Grant, Ely, e Brakat (2007) relatam que o funcionamento neuropsicológico da criança com AF é inferior ao de crianças sem a doença, e os efeitos desse déficit podem ser verificados em várias áreas do desenvolvimento como, por exemplo, a área motora (Tarazi et al., 2007). Ao realizarmos a análise intragrupo, foi observado que apenas crianças com AF apresentaram valores para o TRE superiores aos valores do TRS, ou seja, houve uma maior lentidão para as respostas seletivas. Possivelmente tal resultado tenha relação com o fato do TRE admitir apenas uma escolha entre mais de uma opção, caracterizando-se como uma tarefa de maior complexidade cognitiva quando comparada ao TRS que envolve somente uma opção de resposta (Binotto, 2007).

Ao compararmos os grupos estudados, foi encontrada diferença estatisticamente significativa apenas para o TRE. O GC apresentou TRE significativamente menor que o GE, levando a crer que quanto maior a complexidade da tarefa, maior a lentidão da velocidade de processamento cognitivo das crianças com AF (Binotto, 2007). Tal fato pode ter se dado em decorrência de fatores relacionados à patologia em si, como por exemplo, ICS.

O infarto cerebral silencioso é o acometimento neurológico mais comum nessas crianças chegando a atingir cerca de um quarto das crianças com AF até os 6 anos de idade (Bernaudin et al., 2011; DeBaun et al., 2012). Essas crianças apresentam funções intelectuais empobrecidas e abaixo da média quando comparadas a população geral (DeBaun et al., 2012). Alguns estudos (Abreu, 2013; Dampier, Ely, Eggleston, Brodecki, & O'Neal, 2004; Garioli, 2011; Millis, Baker, Ertugrul, Douglas, & Sexcius, 1994; Tarazi et al., 2007; Voskaridou, 2014; Zago & Pinto, 2007) evidenciaram redução da velocidade e destreza motora devido a infartos silenciosos, o que pode vir a ser uma provável causa para as alterações na velocidade de processamento da informação encontradas no presente estudo e demonstradas pelo teste de TRE. Nesse sentido, observa-se ainda uma tendência destas crianças a omissão da resposta motora em situações de múltiplas escolhas, levando a crer que crianças com AF apresentam uma maior lentidão em todo o processamento da informação (percepção e assimilação do estímulo, seleção e efetivação da resposta motora). Os maiores TRE no GE encontrados no presente estudo reforçam os achados de Castro e Viana (2019) que avaliaram 64 crianças e adolescentes com AF utilizando a escala WISC III. Esses pesquisadores verificaram que os escores da velocidade de processamento da informação e resistência à distração foram significativamente mais baixos nas crianças com AF. Além disso, os autores relataram que os escores dos testes do grupo de pacientes com AF foram inferiores em todas

as medidas de QI quando comparados com o grupo controle (Castro & Viana, 2019).

Além do infarto cerebral silencioso, questões sócio-ambientais podem estar relacionadas às diferenças entre os grupos estudados. A restrição da prática de atividades físico-desportivas ao longo da infância de crianças portadoras de AF encontra-se muitas vezes associada à insegurança dos pais, familiares e professores quanto à saúde e bem-estar dessas crianças. Dessa forma, a falta de oportunidades de vivências corporais próprias de cada fase do desenvolvimento infantil acaba resultando em déficits neuropsicomotores importantes. Além disso, a dor crônica e os longos períodos de internação dessas crianças resultam em afastamento do ambiente escolar, que é o local propício para o desenvolvimento de suas competências físicas e intelectuais (Hedreville et al., 2014; Millis et al., 1994; Segava & Cavalcanti, 2011). Tudo isso associado ao baixo desempenho ocupacional, principalmente no que se refere à mobilidade funcional, atividades de vida prática, que são as tarefas básicas de autocuidado, e atividades de vida instrumental, que são as habilidades complexas necessárias para se viver de maneira independente (Hedreville et al., 2014; Millis et al., 1994; Segava & Cavalcanti, 2011), acabam por agravar ainda mais o desenvolvimento global dessa população.

Como o TR é uma habilidade treinável, podemos supor que quanto mais uma criança seja exposta a vivências motoras, mais chances ela terá de desenvolver estratégias de respostas rápidas a estímulos ambientais. Segundo Brisswalter, Arcelin, Audiffren e Delignieres (1997), a prática sistemática de atividades físicas tem desenvolvido um papel importante na melhoria do TR (Brisswalter et al., 1997). Resultados de estudos com outras populações têm apontado na mesma direção, como é o caso dos trabalhos realizados com indivíduos atletas e não atletas, nos quais atletas apresentaram valores de TR significativamente menores quando comparados a indivíduos não atletas (Brisswalter et al., 1997; Bruzi, Fialho, Fonseca, & Ugrinowitsch, 2013). Há ainda estudos demonstrando que a atividade física, mais propriamente os exercícios aeróbios, melhoram o desempenho de tarefas relacionadas a função executiva também de idosos (Davis et al., 2011).

Sabe-se que crianças portadoras de AF permanecem afastadas da prática de atividades físico-desportivas com frequência. As razões para esse afastamento são diversas e estão relacionadas principalmente às complicações clínicas da doença. Entretanto, no momento em que a perspectiva é o desenvolvimento infantil, podemos dizer que essas crianças acabam sendo prejudicadas por serem privadas das oportunidades de vivência motora próprias da idade (Nunes et al., 2010). De uma forma geral, acredita-se que esta carência

de oportunidades seja capaz de trazer prejuízos não só físicos, mas também intelectuais, à medida que ela interfere e influencia diretamente no desenvolvimento sócio-emocional e cognitivo da criança. Nesse sentido, o professor de educação física pode desempenhar um papel relevante na melhora da qualidade de vida dessas crianças. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997), por meio da educação física escolar é possível integrar a criança portadora de alguma necessidade especial ao grupo a que pertence, respeitando suas limitações, ao passo que se proporciona o desenvolvimento de suas potencialidades. Para isso torna-se fundamental a orientação médica e, em alguns casos, a supervisão de um especialista, a fim desse professor apropriar-se das especificidades e necessidades de cada aluno (Brasil, 1997).

No que diz respeito aos erros cometidos no teste de TRE, observamos que crianças com AF deixaram de responder aos estímulos por mais vezes (EO) e apresentaram mais acionamentos equivocados (EA). Estudos indicam que a AF desencadeia déficits nos processos de discriminação de estímulos visuais e auditivos e esses déficits são a provável causa do maior número de EO identificados no GE. Por outro lado, a ansiedade também é característica marcante em crianças com AF (Abreu, 2013; Nunes, Mota, de Sena, Lucena, & Argollo, 2015; Tarazi et al., 2007). No presente estudo, a ansiedade nos portadores da patologia pode ser identificada pela impulsividade no acionamento do dispositivo eletrônico e, conseqüentemente, pela maior quantidade de EA do GE.

Ressalta-se, ainda, que os equipamentos utilizados no presente estudo foram confeccionados para serem portáteis, de baixo custo e de fácil manuseio, os diferenciando dos demais instrumentos encontrados na literatura, que dependem de computadores e softwares mais complexos (Barros & Hazin, 2013; Bolfer et al., 2010; Bruzi et al., 2013) desenvolvimento e análise de reprodutibilidade de teste para avaliação do TRS e TRE). Com o uso desses dispositivos a coleta de dados pode ser feita de forma simples e rápida, no próprio local de atendimento da criança ou em outro ambiente em que a criança se encontre. A facilidade de aplicação do teste e coleta dos dados por meio de bluetooth também viabiliza o uso dos equipamentos por qualquer membro da equipe de saúde ou mesmo da escola, ampliando as possibilidades de avaliação dessa população.

Não foram identificados estudos anteriores que avaliassem o TR em crianças com AF. As pesquisas encontradas com essa população limitavam-se a reportar os efeitos fisiológicos agudos do exercício físico (Connes, Machado, Hue, & Reid, 2011; Hedreville et al., 2014; Shaskey & Green, 2000) e não os aspectos neuropsicomotores relacionados a ele. Ao que tudo indica, o presente estudo foi ainda pioneiro

em avaliar parâmetros de percepção de estímulos e repostas motoras em pacientes com AF.

Tais achados trazem à tona ainda a necessidade de avaliação do desenvolvimento infantil e uma triagem mais minuciosa das dificuldades da criança com AF, possibilitando uma melhor intervenção da equipe de saúde, na tentativa de orientar a família e a escola quanto às estratégias de atuação no acompanhamento longitudinal destas crianças.

Com o intuito de ampliar ainda mais a investigação de complicações neuropsicológicas em crianças com AF, sugere-se a realização de novos estudos com aumento da amostra e, em conjunto com testes de aplicação prática como o que foi apresentado. Também faz-se necessário associar os testes de TR com outros testes psicométricos, como o sub-teste de velocidade de processamento da informação do WISC.

Sabendo que a prática regular de atividades físico-desportivas pode favorecer um melhor desempenho no TR, o efeito crônico de exercícios na velocidade de processamento da informação em crianças com diagnóstico de AF deve ser investigado.

## CONCLUSÕES

As crianças com AF apresentaram redução na velocidade de processamento da informação, demonstrada pelo maior tempo de resposta motora em tarefas de múltipla escolha, quando comparadas a crianças sem diagnóstico da doença. Sugere-se, ainda, que novos estudos sejam realizados com o objetivo de verificar se essa redução possa também estar associada a uma tendência à impulsividade e baixa resistência à distração, características de crianças portadoras desta patologia.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação o empréstimo da tecla de acionamento como parte do equipamento utilizado para a coleta dos dados.

## REFERÊNCIAS

- Abreu, K. C. (2013). *Perfil neuropsicológico e comportamental de crianças com doença falciforme*. [Dissertação de mestrado]. Universidade de São Paulo.
- Ando, S., Yamada, Y., & Kokubu, M. (2010). Reaction time to peripheral visual stimuli during exercise under hypoxia. *Journal of Applied Physiology*, 108(5), 1210-1216. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01115.2009>
- Andrade, A., Belmonte, A. P., & Viana, M. D. S. (2006). Tempo de reação, flexibilidade e velocidade acíclica de membros inferiores de atletas de taekwon do. *Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 96. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd96/tkd.htm>
- Angulo, I. L. (2007). Acidente vascular cerebral e outras complicações do sistema nervoso central nas doenças falciformes. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 29(3), 262-267. <https://doi.org/10.1590/S1516-84842007000300013>
- Barros, P. M., & Hazin, I. (2013). Avaliação das Funções Executivas na Infância: Revisão dos Conceitos e Instrumentos. *Psicologia em Pesquisa*, 7(1), 13-22. <https://doi.org/10.5327/Z1982-1247201300010003>
- Bernaudin, F., Verlhac, S., Arnaud, C., Kamdem, A., Chevret, S., Hau, I., ... & Delacourt, C. (2011). Impact of early transcranial Doppler screening and intensive therapy on cerebral vasculopathy outcome in a newborn sickle cell anemia cohort. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 117(4), 1130-1140. <https://doi.org/10.1182/blood-2010-06-293514>
- Binotto, M. A. (2007). *Atividade física e tempo de reação de mulheres idosas*. [Dissertação de mestrado]. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Bolfer, C., Casella, E. B., Baldo, M. V., Mota, A., Tsunemi, M., Pacheco, S., & Reed, U. (2010). Reaction time assessment in children with ADHD. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 68(2), 282-286. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2010000200025>
- Brasil. (1997). Secretaria de Educação. Parâmetros curriculares nacionais: educação física. MEC/SEF. Brasília – DF. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/fisica.pdf>
- Brasil. (2016). Ministério da Saúde. Manual de Educação em Saúde (Vol. 2). Linha de Cuidado em Doença Falciforme. Brasília – DF. Disponível em: [https://www.nupad.medicina.ufmg.br/wp-content/uploads/2016/12/Linha\\_de\\_CuidadoDF\\_Manual\\_MS.pdf](https://www.nupad.medicina.ufmg.br/wp-content/uploads/2016/12/Linha_de_CuidadoDF_Manual_MS.pdf)
- Brisswalter, J., Arcelin, R., Audiffren, M., & Delignieres, D. (1997). Influence of physical exercise on simple reaction time: effect of physical fitness. *Perceptual and Motor Skills*, 85, 1019-1027. <https://doi.org/10.2466/pms.1997.85.3.1019>
- Bruzi, A. T., Fialho, J. V. A. P., Fonseca, F. S., & Ugrinowitsch, H. (2013). Comparação do tempo de reação entre atletas de basquetebol, ginástica artística e não atletas. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 35(2), 469-480. <https://doi.org/10.1590/S0101-32892013000200015>
- Castro, I. P. S., & Viana, M. B. (2019). Cognitive profile of children with sickle cell anemia compared to healthy controls. *Jornal de Pediatria*, 9(4), 451-457. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.04.012>
- Connes, P., Machado, R., Hue, O., & Reid, H. (2011). Exercise limitation, exercise testing and exercise recommendations in sickle cell anemia. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 49(1-4), 151-163. <https://doi.org/10.3233/CH-2011-1465>
- Dampier, C., Ely, E., Eggleston, B., Brodecki, D., & O'Neal, P. (2004). Physical and cognitive-behavioral activities used in the home management of sickle pain: a daily diary study in children and adolescents. *Pediatric Blood Cancer*, 43(6), 674-678. <https://doi.org/10.1002/pbc.20162>
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., Boyle, C. A., Waller, J. L., Miller, P. H., Naglieri, J. A., & Gregoski, M. (2007). Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: a randomized controlled trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(5), 510-519. <https://doi.org/10.1080/02701367.2007.10599450>
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., ... Naglieri, J. A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health Psychology*, 30(1), 91. <https://doi.org/10.1037/a0021766>
- DeBaun, M. R., Armstrong, F. D., McKinstry, R. C., Ware, R. E., Vichinsky, E., & Kirkham, F. J. (2012). Silent cerebral infarcts: a review on a prevalent and progressive cause of neurologic injury in sickle cell anemia. *Blood*, 119(20), 4587-4596. <https://doi.org/10.1182/blood-2011-02-272682>

- Dykiert, D., Der, G., Starr, J. M., & Deary, I. J. (2012). Age differences in intra-individual variability in simple and choice reaction time: systematic review and meta-analysis. *PLoS one*, 7(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045759>
- Ejupi, A., Brodie, M., Gschwind, Y. J., Schoene, D., L., S., & Delbaere, K. (2014). Choice stepping reaction time test using exergame technology for fall risk assessment in older people. *Anais da 36ª Conferência Anual Internacional da Engineering in Medicine and Biology Society*. Chicago, Illinois, Estados Unidos.
- Felix, A. A., Souza, H. M., & Ribeiro, S. B. F. (2010). Aspectos epidemiológicos e sociais da doença falciforme. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 32(3), 203-208. <https://doi.org/10.1590/S1516-84842010005000072>
- Finkel, D., & McGue, M. (2007). Genetic and environmental influences on intraindividual variability in reaction time. *Experimental Aging Research*, 33(1), 13-35. <https://doi.org/10.1080/03610730601006222>
- Fozard, J. L., Thomas Jr, J. C., & Waugh, N. C. (1976). Effects of age and frequency of stimulus repetitions on two-choice reaction time. *Journal of Gerontology*, 31(5), 556-563. <https://doi.org/10.1093/geronj/31.5.556>
- Garioli, DS. (2011). *O impacto da dor nas funções executivas e sua relação com as estratégias de enfrentamento em crianças com Anemia Falciforme*. [Dissertação de mestrado]. Universidade Federal do Espírito Santo.
- Gorus, E., De Raedt, R., & Mets, T. (2006). Diversity, dispersion and inconsistency of reaction time measures: effects of age and task complexity. *Aging Clinical and Experimental Research*, 18(5), 407-417. <https://doi.org/10.1007/BF03324837>
- Hedreville, M., Charlot, K., Waltz, X., Sinnapah, S., Lemonne, N., Etienne-Julan, M., ... Barthélémy, J.C. (2014). Acute moderate exercise does not further alter the autonomic nervous system activity in patients with sickle cell anemia. *PLoS one*, 9(4), e95563. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095563>
- Kaplan, R. M., & Saccuzzo, D. P. (2005). *Psychological testing: Principles, applications, and issues*. (Nelson Education.) Toronto: Editora Thomson/Wadsworth.
- Lima, R. F. (2005). Compreendendo os Mecanismos Atencionais. *Ciências & Cognição*, 6, 113-122. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/537>
- Loureiro, M. M., & Rozenfeld, S. (2005). Epidemiologia de internações por doença falciforme no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 39(6), 943-949. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102005000600012>
- Luft, C. B., Andrade, A., & Rolim, M. K. S.B. (2004). O desenvolvimento motor, a maturação das áreas corticais e a atenção na aprendizagem motora. *Lecturas: Educación Física y Deportes*(78), 10. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd78/motor.htm>
- Marteniuk, R. G. (1976). *Information processing in motor skills*. Filadélfia: Editora Holt, Rinehart and Winston.
- Millis, R. M., Baker, F. W., Ertugrul, L., Douglas, R. M., & Sexcius, L. (1994). Physical performance decrements in children with sickle cell anemia. *Journal of the National Medical Association*, 86(2), 113-116. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2568164/>
- Nunes, S., Mota, M., de Sena, E. P., Lucena, R., & Argollo, N. (2015). Desempenho neuropsicológico de crianças com traço falcêmico comparadas com portadoras de Doença Falciforme e crianças com desenvolvimento típico: estudo de casos. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, 13(3), 349-354. <http://doi.org/10.9771/cmbio.v13i3.12942>
- Nunes, S., Miranda, D.L., Reis, A.T., Gramacho, A.M.S., Lucena, R., & Argollo, N. (2010). Complicações neurológicas em anemia falciforme: avaliação neuropsicológica do desenvolvimento com o NEPSY. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 32(2), 181-185. <https://doi.org/10.1590/S1516-84842010005000044>
- Petroski, E. C. (1997). Efeitos de um programa de atividades físicas na terceira idade. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 2(2), 34-40. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.2n2p34-40>
- Ramos A., M., & Minervino, C. (2008). Avaliação cognitiva: leitura, escrita e habilidades relacionadas. *Psicologia em estudo*, 13(4), 859-865. <https://doi.org/10.1590/S1413-73722008000400024>
- Rodrigues, D.O.W., Ribeiro, L.C., Sudário, L.C., Teixeira, M.T.B., Martins, M.L., Pittella, A.M.O.L., & Junior, F. (2016). Genetic determinants and stroke in children with sickle cell disease. *Jornal de Pediatria*, 92(6), 602-608. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2016.01.010>
- Segava, N.B., & Cavalcanti, A. (2011). Análise do desempenho ocupacional de crianças e adolescentes com anemia falciforme. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, 22(3), 279-288. <https://doi.org/10.11606/issn.2238-6149.v22i3p279-288>
- Shaskey, D.J., & Green, G.A. (2000). Sports haematology. *Sports Medicine*, 29(1), 27-38. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029010-00003>
- Tarazi, R.A., Grant, M.L., Ely, E., & Barakat, L.P. (2007). Neuropsychological functioning in preschool-age children with sickle cell disease: the role of illness-related and psychosocial factors. *Child Neuropsychology*, 13(2), 155-172. <https://doi.org/10.1080/09297040600611312>
- Vidal, F.A.S., de Figueiredo, V.L.M., & do Nascimento, E. (2011). A quarta edição do WISC americano. Avaliação Psicológica. *Interamerican Journal of Psychological Assessment*, 10(2), 205-207. Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-04712011000200011](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712011000200011)
- Voskaridou, E. (2014). Sickle cell disease complications. *Thalassemia Reports*, 4(3). <https://doi.org/10.4081/thal.2014.4873>
- Zago, M.A., & Pinto, A.C.S. (2007). Fisiopatologia das doenças falciformes: da mutação genética à insuficiência de múltiplos órgãos. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 29(3), 207-214. <https://doi.org/10.1590/S1516-84842007000300003>