UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Aprendizagem de uma habilidade motora com diferentes níveis de complexidade em sujeitos pós–Acidente Vascular Cerebral

Gisele Carla dos Santos Palma

São Paulo
2016

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Aprendizagem de uma habilidade motora com diferentes níveis de complexidade em sujeitos pós–Acidente Vascular Cerebral

Gisele Carla dos Santos Palma

São Paulo
2016

GISELE CARLA DOS SANTOS PALMA

Aprendizagem de uma habilidade motora com diferentes níveis de complexidade em sujeitos pós–Acidente Vascular Cerebral

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Estudos Biodinâmicos da Educação Física e Esporte

Orientadora:
Prof.ª Drª. Camila Torriani-Pasin

São Paulo

2016

Catalogação da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Palma, Gisele Carla dos Santos
Aprendizagem de uma habilidade motora com diferentes níveis de complexidade em sujeitos pós-Acidente Vascular Cerebral / Gisele Carla dos Santos Palma. – São Paulo: [s.n.], 2016.
85p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
Orientadora: Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin.

1. Aprendizagem motora 2. Acidente cerebrovascular 3. Habilidades motoras (Educação Física) I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: PALMA, Gisele Carla dos Santos

Título: Aprendizagem de uma habilidade motora com diferentes níveis de complexidade em sujeitos pós – Acidente Vascular Cerebral.

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ciências.

Data: ____/___/ 2016.

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Profª. Dr: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Profª. Dr: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais por todo empenho na minha educação.

Agradecimentos

A Deus por me guiar, me amparar e me fortalecer nesta jornada.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro para que a realização desta pesquisa fosse possível.

À Profª Drª Camila Torriani-Pasin por aceitar o desafio em me orientar em mais este trabalho, pelo apoio e incentivo, primordiais para a minha formação profissional e acadêmica.

Aos meus mais do que amigos que me auxiliaram em todos os momentos de dificuldade desta conquista, que estiveram ao meu lado não só nos bons momentos, aos quais eu escrevo meu mais sincero obrigado, Giordano Bonuzzi e Tatiana Beline de Freitas.

À todos do grupo de estudos e Pesquisa em Comportamento Motor aplicado à Neuroreabilitação (GEPENEURO), sem os quais a construção e execução deste trabalho não seria possível.

Ao Laboratório de Comportamento Motor (LACOM) por colaborar não só na minha formação pessoal e acadêmica, mas também na elaboração e solidificação das bases teóricas deste trabalho.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para que todo esforço e dedicação a este trabalho virasse realidade.

Meus sinceros, Obrigada!

Epígrafe

“O começo de toda ciência é o espanto de as coisas serem o que são”.

(Aristóteles)

Resumo

PALMA, G,C,S. **Aprendizagem de uma habilidade motora com diferentes níveis de complexidade em sujeitos pós – Acidente Vascular Cerebral.** 2016. 85f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

Introdução: Ainda não é conhecido na literatura se os sujeitos pós–AVC têm a capacidade de aprender ações complexas. Os estudos existentes apresentam falhas metodológicas, assim como na implementação da complexidade da tarefa. Este trabalho investigou os efeitos da manipulação da complexidade da tarefa na aprendizagem motora desta população. Método: Vinte e quatro sujeitos pós–AVC (Grupo experimental - GE) e vinte e quatro sujeitos saudáveis (Grupo controle – GC) foram selecionados e divididos em dois experimentos: baixa complexidade e alta complexidade. Foram desenvolvidas duas tarefas denominadas de baixa e de alta complexidade, com variação não só no número de elementos, mas também na carga de processamento exigida para a execução da mesma, as quais deram origem ao experimento 1 e 2, respectivamente. Esta tarefa era executada em ambiente de realidade virtual, a partir do deslocamento do centro de pressão para controle dos objetos móveis na tela. O delineamento foi constituído de 150 tentativas para a fase de aquisição, dividida em 3 dias de prática. Após 4 dias sem prática foi realizado o teste de retenção (RET) e transferência (TR). A alteração realizada no teste de TR foi na direção do deslocamento dos objetos. As variáveis dependentes de ambos experimentos foram: pontuação e tempo de execução. Para cada variável dependente foi conduzido uma *Anova two-way* com medidas repetidas (2 grupos x 4 momentos) seguido de post hoc de Tukey para identificar os momentos das mudanças. Resultados: No experimento 1, para a variável pontuação ambos os grupos melhoraram o desempenho ao longo da aquisição e o mantiveram no teste de retenção. Não houve diferença entre o GC e GE. Para a variável tempo de execução, o GC diferenciou-se do GE em todos os momentos (Início e final da aquisição, teste de retenção e transferência), apresentando pior desempenho. No experimento 2, tanto para a variável pontuação, quanto para tempo de execução o GE diferenciou-se do GC no final da aquisição e no teste de RET. Conclusão: Os sujeitos pós-AVC foram capazes de aprender a tarefa de baixa complexidade, mas esta aprendizagem não foi passível de generalização. Quanto a tarefa de alta complexidade, os sujeitos do GE

não aprenderam a tarefa, sendo muito impactados pelo aumento de complexidade. Possivelmente, os déficits cognitivos relacionados ao planejamento e sequenciamento de ações impactaram na aquisição da habilidade de alta complexidade e não prejudicaram a aprendizagem da tarefa de baixa complexidade.

Palavras chave: Aprendizagem motora; Complexidade da tarefa; Acidente cerebrovascular.

Abstract

PALMA, G, C, S. **Learning a motor skill task with different levels of complexity in post stroke subjects.** 2016. 85f. Thesis (Master Degree) - School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, São Paulo. 2016.

Introduction: It is not yet known in the literature wether post stroke subjects have the ability to learn complex actions. The studies have methodological flaws as well as the implementation of the complexity of the task. This study aimed to investigate the effects of manipulation of task complexity in motor learning in this subjects. Method: Twenty-four post stroke subjects (experimental group - EG) and twenty-four healthy subjects (control group - CG) were selected and divided into two experiments: low complexity and high complexity. Two tasks were developed, low and high complexity, with changing not only on the number of elements, but also on the processing load required, which led to the experiment 1 and 2, respectively. This task was performed in a virtual reality environment, considering the displacement of the center of pressure for controlling the objects move on the screen. The design consisted of 150 trials for the acquisition phase, divided into three days of practice. After 4 days was performed retention test (RET) and transfer (TR). The TR test included the change in the direction of the objects movement. The dependent variables of both experiments were: score and runtime. For each dependent variable was conducting a two-way ANOVA with repeated measures (2 groups x 4 times) followed by Tukey post hoc. Results: In experiment 1, in regards to the variable score, both groups improved performance and kept in the retention test. There was no difference between the CG and EG. For the variable runtime, the CG differed from EG at all times (Beginning and end of the acquisition, RET and TR), with worse performance. In Experiment 2, both the variable score runtime, the EG differed from the CG at the end of acquisition and RET test. Conclusion: The post-stroke subjects were able to learn a low complexity task, but this learning was not generalized. As the higher complex task, post stroke subjects have not learned the task, being very impacted by the increase of complexity. Possibly the cognitive deficits related to planning and sequencing actions impacted the acquisition of the higher complex skill and not affected the low complexity task learning.

Key words: Motor learning; Task complexity; Stroke.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Classificação dos aspectos que promovem aumento da Complexidade (adaptado de BILLING, 1980). 11

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise descritiva do GE 33
Tabela 2 - Síntese dos resultados da variável dependente tempo de execução 36
Tabela 3 - Síntese dos resultados da variável dependente número de pontos 36
Tabela 4 - Comparação entre os grupos experimentais de baixa complexidade e alta complexidade. 45
Tabela 5 - Síntese dos resultados da variável dependente tempo de execução. 48
Tabela 6 - Síntese dos resultados da variável dependente número de pontos. 48
Tabela 7- Aproveitamento dos pontos obtidos para ambos os grupos 50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Equipamento Stable 24
Figura 2 - Tarefa de Baixa Complexidade..... 26
Figura 3 - Ilustração da sequência apresentada 26
Figura 4 - Etapas da Tarefa 27
Figura 5 - Fases do Experimento 30
Figura 6 - Fluxograma de sujeitos triados para inclusão no estudo. 33
Figura 7 - Gráfico representando a média da pontuação dos sujeitos do GC e GE nos momentos das medidas. 34
Figura 8 - Gráfico representando a média do tempo de execução dos sujeitos do GC e GE nos momentos das medidas 35
Figura 9 - Tarefa de Alta Complexidade 40
Figura 10 - Ilustração da sequência de alta complexidade 40
Figura 11 - Etapas da Tarefa de Alta Complexidade 41
Figura 12 - Gráfico representando a média da pontuação dos sujeitos do GCAC e GEAC nos momentos das medidas. 46
Figura 13 - Gráfico representando a média do tempo de execução dos sujeitos do GC e GE nos momentos das medidas 47
Figura 14 - Correlação entre pontuação e tempo de execução dos sujeitos do GC e GE nos momentos das medidas. 49
Figura 15 - Gráfico representando a média da pontuação dos sujeitos na tarefa nos momentos das medidas.. 49
Figura 16 - Gráfico representando a média da pontuação dos sujeitos nos momentos das medidas 50

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Parecer Comitê de Ética 66
Apêndice 2 - Mini Exame de Estado Mental 69
Apêndice 3 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 70
Apêndice 4 - Escala de Equilíbrio de Berg 73
Apêndice 5 - Fugl-Meyer 76
Apêndice 6 - MoCA 83
Apêndice 7 - Teste das Trilhas 84

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO** 1
2. **REVISÃO DE LITERATURA** 3
2.1 - Acidente Vascular Cerebral: definição 3
2.2 - Epidemiologia 3
2.3 - Quadro Clínico 4
2.4 - Processos Cognitivos pós AVC 5
3 - **COMPLEXIDADE DA TAREFA** 7
3.1 - Definição 7
3.2 - Histórico 8
3.3 - Processamento em tarefas complexas 9
3.4 - Condições do aumento da Complexidade na tarefa 10
4 - **APRENDIZAGEM MOTORA** 13
4.1 - Caracterização do fenômeno 13
4.2 - Aprendizagem Motora: entendendo o processo 14
4.3 - Aprendizagem motora pós-AVC 16
4.3.1 - Histórico 16
4.3.2 - Estado da arte 16
4.3.3 - Estudos de aprendizagem motora em sujeitos pós–AVC em tarefas complexas 17
5. **OBJETIVO GERAL** 22
6. **EXPERIMENTO 1** 22
6.1 – Objetivos Específicos 22
6.2 - Hipóteses 22
6.3 – Método 22
6.3.1 – Procedimentos Éticos 22
6.3.2 – Local do Estudo 23
6.3.3 – Materiais 23
6.3.4 – Casuística 24
6.3.5 – Tarefa 25
6.3.6 – Delineamento 29
6.3.7 – Variáveis 31
6.3.8 – Análise Estatística 31
7- **RESULTADOS** 32
7.1 - Caracterização da amostra 32

7.2 - Análise Inferencial 34
7.2.1 - Variável Pontuação 34
7.2.2 - Variável tempo de execução 35
7.2.3 - Síntese dos resultados 35
8 – **DISCUSSÃO (Experimento 1)** 36
9 - **CONCLUSÃO** 38
10 - **EXPERIMENTO 2** 39
10.1 – Objetivos Específicos 39
10.2 – Hipóteses 39
11 – **MÉTODO** 39
11.1 – Instrução 41
11.2 – Tarefa 41
11.2.1 – Nível de complexidade 41
11.3 – Delineamento 42
11.3.1 – Variáveis 42
11.3.2 – Análise Estatística 42
12 – **RESULTADOS** 44
12.1 - Caracterização da amostra 44
12.2 - Análise inferencial 45
12.2.1 - Variável pontuação 45
12.2.2 - Variável tempo de execução 46
11.2.3 - Síntese dos resultados 47
11.2.4 - Análises complementares 48
13 – **DISCUSSÃO (Experimento 2)** 51
14 - **CONCLUSÃO** 53
15 - **DISCUSSÃO GERAL** 53
16 – **CONCLUSÃO GERAL** 54
17 – **LIMITAÇÕES DO ESTUDO** 54
16 - **REFERÊNCIAS** 55

1. INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma doença com alto índice de incapacidade (FEIGIN et al., 2014; GO et al., 2014) e a primeira causa de morte no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016). Os déficits causados variam de acordo com a região afetada, o tamanho e a gravidade da lesão (FERRO; MARTINS; CAEIRO, 2014).

Sabe-se que o território de circulação arterial anterior é a região mais comumente afetada pelo AVC e funções relacionadas a cognição (ELLIOTT, 2003), ao processamento de informações (HALSBAND; LANGE, 2006), a execução de movimentos tanto no hemisfério contralateral (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2003) quanto ipsilateral da lesão (SCHAEFER; HAALAND; SAINBURG, 2007) e a aprendizagem motora (HALSBAND; LANGE, 2006; TORRIANI-PASIN, 2010) essencialmente nos estágios iniciais estão localizados neste território e são impactadas pelo evento.

O aumento da complexidade de uma tarefa faz com que o processamento cognitivo seja maior, em função da resolução de problemas e do planejamento, podendo afetar a aprendizagem destas habilidades (HENRY; ROGERS, 1960; NAYLOR; BRIGGS, 1963).Tendo em vista os comprometimentos após um AVC na capacidade de planejamento, sequenciamento motor e processamento de informações tão requeridos em tarefas complexas, é possível questionar qual o impacto da manipulação da complexidade da tarefa na aprendizagem de uma habilidade após um AVC.

Nesta população, habilidades com diferentes complexidades foram investigadas como variável independente, em tarefas sequenciais (HAALAND; HARRINGTON, 1994; HARRINGTON; HAALAND, 1991) e em tarefas de precisão (HAALAND; HARRINGTON; YEO, 1987). Além disso, a complexidade da tarefa esteve presente como variável interveniente em estudos com tarefas de alcance (POHL; WINSTEIN, 1999), tarefas de tempo de reação e destreza manual (BOYD et al., 2007) e tarefas de controle postural em ambiente virtual (BONUZZI, 2014; BONUZZI et al., 2016; IOFFE et al., 2010) porém seus efeitos não foram investigados adequadamente.

Os estudos que investigaram a aprendizagem de uma tarefa com diferentes complexidades em sujeitos pós–AVC como variável independente apresentam falhas quanto ao delineamento e falta de controle sobre o aumento da complexidade

(HAALAND; HARRINGTON, 1994; HAALAND; HARRINGTON; YEO, 1987; HARRINGTON; HAALAND, 1991), não permitindo assim conhecer os reais efeitos deste fenômeno.

Desta forma, o objetivo do presente estudo é verificar os efeitos de diferentes níveis de complexidade da tarefa na aprendizagem motora de sujeitos pós–AVC.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Acidente Vascular Cerebral: definição

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é definido por uma interrupção do fluxo sanguíneo para o encéfalo, esta interrupção tem dois fatores causais:

1. Obstrução nos vasos sanguíneos que irrigam o encéfalo (AVC isquêmico) ou;
2. Extravasamento de sangue causado por uma ruptura dos vasos (AVC hemorrágico);

Ambos privam o encéfalo de nutrientes causando déficits neurológicos (WHO, 2009) que geram alta incidência de incapacidade física (DISORDERS; ORGANIZATION, 1989).

2.2 - Epidemiologia

Anualmente, 15 milhões de pessoas em todo o mundo são vítimas de AVC, e esta doença tem um índice de morte de cerca de 5 milhões de pessoas. Devido ao aumento da expectativa de vida da população, o número de eventos tende a aumentar, representando já a segunda causa de morte no mundo (MOZAFFARIAN et al., 2016).

Dados da *World Stroke Campaign da Organização Mundial de AVC* relatam que uma a cada seis pessoas em todo o mundo sofrerá um AVC (KASTE, 2013). Nos Estados Unidos em torno de 610.000 pessoas tem um novo episódio de AVC. E aproximadamente 185.000 dos eventos são recorrentes, entre as causas da recorrência do AVC encontram-se: sedentarismo, hipertensão, problemas cardíacos e diabetes (BILLINGER et al., 2014).

No Brasil, o AVC é a primeira causa de morte (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016), apesar do índice de mortalidade estar reduzindo nas últimas 3 décadas (LOTUFO; BENSENOR, 2013). Entretanto, tendo em vista os maus hábitos da população e o aumento de indivíduos hipertensos e com altos índices de colesterol, é esperado que com o

envelhecimento da população, a prevalência do AVC aumente nos próximos anos (LANGHORNE; BERNHARDT; KWAKKEL, 2011; LANGHORNE; COUPAR; POLLOCK, 2009) .

Entre os pacientes que recebem alta hospitalar após um AVC, 45% permanecem em casa, 24% são internados para reabilitação, 31% ficam sob cuidados de enfermagem, e dos que estão em casa, 21% ficam sob cuidados de serviços de atendimento domiciliar (MOZAFFARIAN et al., 2015).

O AVC pode ser considerado a principal causa de comprometimento cognitivo no idoso, afetando em diferentes graus cerca de 50% dos pacientes, tanto na fase aguda como na crônica (GLYMOUR et al., 2008; NYS et al., 2007).

Na Bélgica e Países Baixos, a disfunção cognitiva após AVC afeta 55% da população com AVC crônico (NYS et al., 2007), já para os pacientes caracterizados como subagudos e agudos este índice chega a 70 % (MASSA et al., 2015) .

Dentre as funções comprometidas destacam-se: função executiva (39,1%), percepção visual e construção (38,1%), negligência (31,3%), raciocínio abstrato (25,6%), a memória verbal (25,6%), a língua (25,6%) e memória visual (22,0%) (NYS et al., 2007).

Mais de dois terços dos indivíduos com AVC têm limitações para viver de forma independente devido, não somente ao comprometimento motor, mas também ao cognitivo,, tais como as funções executivas, causadas também por demência após AVC que variam entre 9,1% a 14,4% (HENNERICI, 2009; PENDLEBURY; ROTHWELL, 2009). A prevalência de disfunção executiva após AVC varia de 18,5% a 39%, dependendo dos instrumentos utilizados para sua avaliação (BARKER-COLLO et al., 2010; NYS et al., 2007; PENDLEBURY; ROTHWELL, 2009).

2.3 - Quadro Clínico

O território arterial afetado após um AVC pode determinar as manifestações clínicas apresentadas pelo paciente (TEASELL et al., 2014), que dependem do local da lesão, do hemisfério afetado e tamanho da lesão (O’SULLIVAN; SCHMITZ, 2010).

Entre as disfunções provocadas, no âmbito motor, destacam-se a hemiparesia/hemiplegia, caracterizada pela perda de força muscular, ou paralisia e alteração de tônus no hemicorpo contralateral à lesão encefálica (MERCIER et al., 2001), o

que resulta em uma limitação funcional para as atividades de vida diárias (AVD´s) (SAPOSNIK et al., 2010). Como consequência desta limitação ocorre restrições na participação social e, consequentemente, piora da qualidade de vida (SCALZO et al., 2010).

Já no âmbito sensorial, há alterações na sensibilidade que pode estar diminuída ou aumentada. Além de disfunções de equilíbrio, distúrbios de coordenação motora, déficits de linguagem e comunicação (FAGUNDES et al., 2015). Podem, também, ocorrer déficits no campo visual, hemianopsia homônima (perda da metade parietal ou nasal do campo visual) as quais podem gerar problemas na percepção espacial (ZHANG et al., 2006).

Além dos danos físicos e perceptivos, poderão ocorrer outros prejuízos, tais como alterações cognitivas, as quais serão destacadas nesse trabalho, e que incluem lentificação no processamento de informações, danos relativos à percepção, alterações de comportamento, bem como o comprometimento intelectual (HEISS, 2014).

2.4 - Processos Cognitivos pós AVC

Cognição é definida como a habilidade de processar, selecionar, recuperar e manipular informação (PRIGATANO et al., 1984). Na cognição estão envolvidos processos relativos à: orientação, planejamento[1], sequenciamento[2], atenção, memória operacional[3], processamento de informações[4], resolução de problemas[5], adequação ambiental e adaptação ao contexto (GAZZANIGA, 2009).

Estes processos orientam o pensamento e a ação em conformidade com objetivos concorrentes, além de permitirem a representação das demandas das tarefas, a

---

[1] Processos neuronais envolvidos antes do início da ação e diretamente relacionados com a realização de um objetivo (KOOB; LE MOAL; THOMPSON, 2010)

[2] Estratégia cognitiva de resolução de problemas complexos por encadeamento de ações, ou seja, divisões por etapas (HERD et al., 2013)

[3] Capacidade de manter as informações *on-line* por alguns segundos (KLINGBERG, 2016)

[4] Refere-se a utilização de informações, através de uma série de operações do sistema nervoso, que precedem a realização de um movimento ou tomada de decisão (MARTENIUK, 1976)

[5] Fatores neuropsicológicos relacionados a organizar um comportamento diretamente a um objetivo, que requer uma sequência de ações (UNTERRAINER; OWEN, 2006)

flexibilização da memória de trabalho e promoverem o processamento de informações relevantes ao contexto e ao objetivo da tarefa (RACE et al., 2009).

Os déficits cognitivos associados ao evento vascular não ocorrem somente no momento do AVC, mas podem surgir ou até se fortalecer durante a fase crônica da doença (SAVVA; STEPHAN, 2010; WEINSTEIN et al., 2014) e permanecer por um longo prazo (DE BRUIJN et al., 2014).

Muitos pacientes com lesão no Sistema Nervoso Central (SNC) demostram comprometimentos cognitivos significativos que podem afetar a capacidade do sujeito em participar e se engajar ativamente no programa de reabilitação (MILLER et al., 2010). Especificamente, os déficits relacionados as funções executivas causam maior impacto na recuperação do déficit motor (LEVIN et al., 2014) comparado aos déficits relativos a memória e a atenção (MULLICK; SUBRAMANIAN; LEVIN, 2015).

Funções executivas são definidas como um processamento cognitivo complexo que exige a coordenação de vários sub processos para atingir um objetivo em particular (ELLIOTT, 2003). Entre as funções executivas estão a iniciação de tarefas, resolução de problemas novos, perseverança, raciocínio abstrato, planejamento, organização, flexibilidade mental e processamento de informação (LEZAK et al., 2012).

Ainda é de competência das funções executivas a modificação do comportamento à luz de informações novas e adaptação do movimento ao contexto ambiental gerando estratégias ou sequências de ações complexas (ELLIOTT, 2003). Portanto, o comprometimento das funções cognitivas gera alto impacto na tomada de decisão, resolução de problemas (GAZZANIGA; IVRY; MAN, 2006; KIM et al., 2011), na resposta frente a estímulos com um objetivo complexo, na capacidade de antecipar e mudar plano de ações (STRAUSS; SHERMAN; SPREEN, 2006) os quais são requisitos necessários na aprendizagem de habilidades motoras.

O comprometimento cognitivo após um AVC pode, ainda, causar outros danos como na concentração, memória e habilidades de processamento espacial (KIM et al., 2011). Como consequência haverá prejuízo no desempenho de tarefas da vida diária (HAJEK; GAGNON; RUDERMAN, 1997; MERCIER et al., 2001), ou em tarefas que exigem um processamento de informações elaborado (STRAUSS; SHERMAN; SPREEN, 2006).

O papel da cognição na aprendizagem motora é citado desde as primeiras teorias para aquisição de habilidades motoras. Como na teoria de Adams (1971), que enfatiza que

as habilidades adquiridas são armazenadas em um traço de memória requerendo, obviamente, de um processamento adequado de centros superiores.

Ou ainda, fazendo uma analogia a teoria de esquema de Schmidt (1975) em que o próprio escopo do esquema é trabalhado em um processamento das informações de conhecimento da tarefa, de *feedback* e armazenado na memória.

Desta forma, o aprendiz é considerado um processador de informações, que analisa a habilidade em aprendizado tentando retirar desta análise o máximo de informações que conseguir, para facilitar sua execução e otimizar seu desempenho (SCHMIDT; WRISBERG, 2001a).

Dentro deste contexto, déficits cognitivos podem ter uma considerável influência na adaptação a novas condições. Uma simples mudança no plano motor requer a integração de informações sensoriais de movimentos anteriores armazenadas na memória, armazenamento e informações sensoriais de movimentos anteriores (DANCAUSE; PTITO; LEVIN, 2002). Esta adaptação exigida da memória de trabalho, está dentro dos domínios das funções executivas para realizar ajustes *online* , assim como compreensão e resolução de problemas (PETRIDES, 1994).

A manipulação destas características leva ao aumento da complexidade da tarefa, condição que apresenta um grande número de ações a serem executadas ou uma alta demanda cognitiva (WULF; SHEA, 2002) o que implica em um acionamento de diferentes áreas do encéfalo.

3 - COMPLEXIDADE DA TAREFA

3.1 - Definição

Complexidade da tarefa é definida como o número de partes ou componentes em uma habilidade, bem como a demanda de processamento de informação presente na tarefa (NAYLOR; BRIGGS, 1963).

Seguindo esta definição, tarefas caracterizadas como complexas demandam ou um maior número de componentes nela envolvidos interagindo entre si, e/ou maior demanda no processamento de informações, consequentemente, maior demanda de atenção (MAGILL, 2011a) ou alta exigência da memória de trabalho.

3.2 - Histórico

A complexidade começou a ser discutida a partir do estudo de (HENRY; ROGERS, 1960) considerado um clássico por artigos mais recentes (FISCHMAN; CHRISTINA; ANSON, 2008). Estes autores foram os primeiros a mensurarem o tempo de reação (TR) como uma função de complexidade da resposta motora.

As ações requeridas na tarefa deste estudo se diferenciavam pelo número de elementos (1, 2, 3). Os resultados encontrados mostraram um aumento no tempo de reação à medida que os elementos aumentavam.

Com base nestes dados, Henry & Rogers desenvolveram a "*memory drum theory*" que elucida a existência de um programa motor e também que o aumento do tempo de reação é evidenciado quão mais respostas complexas eram requeridas, associados a inputs diferentes de coordenação e direção (KLAPP, 2010).

A partir destes achados, outros pesquisadores buscaram observar o número de movimentos como requisitos para o aumento da complexidade e, com esta análise, obtiveram os mesmos resultados de Henry e Rogers (CHRISTINA; ROSE, 1985 (experimento 1); CHRISTINA et al. (1985).

Outros pesquisadores analisaram além do número de elementos, a precisão e amplitude do movimento (ANSON, 1982; CHRISTINA; ROSE, 1985 - experimento 2) porém, não atingiram os mesmos resultados. As diferenças encontradas por estes autores foram justificadas como provocadas pelo aumento do índice de dificuldade, explicado pela Lei de Fitts.

A partir disto, estes estudos concluíram que vários fatores podem gerar aumento de complexidade, tais como: número de elementos, aspectos temporais e espaciais, velocidade, entre outros e que, nem sempre, isto implica em uma diferença no tempo de reação.

Assim, os estudos subsequentes passaram a procurar as formas em que se dava o aumento da complexidade e se o processamento de informações nestas tarefas era diferenciado nestas tarefas (KLAPP, 2010).

3.3 - Processamento em tarefas complexas

O processamento de informações passa por dois níveis na cognição, quais sejam: a codificação e a memorização. Na codificação os principais elementos presentes são a atenção (HELENE; XAVIER, 2003), a discriminação e a categorização (ATKINSON; SHIFFRIN, 1968).

A codificação trata-se em outros termos da identificação do estímulo oferecido na tarefa e o processamento deste estímulo (MAGILL, 2011a). A seleção dos estímulos é feita pelos mecanismos de atenção, onde alguns prevalecem em relação a outros. Esta fase proporciona ao aprendiz informações sobre o ambiente, padrões de movimentos, direção e velocidade dos movimento necessários para a execução da tarefa proposta (KLAVORA, 2009).

A fase em que se acionam os esquemas mentais e integram-se informações com as armazenadas na memória é a discriminação. A partir disto, o sistema de memória é acionado, seja ele de curto (armazenamento momentâneo) ou longo prazo (armazenamento das informações adquiridas por processo de aprendizagem) (PAVÃO, 2010).

Com base nas informações processadas, o aprendiz ou executor da ação toma decisões sobre como e qual programa motor acionar, de acordo com as demandas da tarefa, do ambiente e da própria vontade do executante (KLAVORA, 2009). A partir disto, o sistema programa a resposta de acordo com os parâmetros traçados, isto faz com que os músculos contraiam na sequência adequada, timing e força corretos para alcançar a meta (KLAVORA, 2009; SCHMIDT; WRISBERG, 2010).

No entanto, quando se trata de ações complexas as escolhas feitas para a construção da resposta motora podem variar, em função da complexidade da tarefa (PAYNE, 1976). Essas diferenças podem ser vistas quanto a ativação de sinapses, de modo que a aprendizagem de tarefas complexas exige maior ativação do córtex pré-frontal, córtex parietal posterior e núcleos da base (LEW et al., 2008; PUH et al., 2007).

Já em indivíduos pós-lesão encefálica, a complexidade da tarefa ainda induz ao recrutamento de áreas adicionais cerebrais e, geralmente, não implica em restauração da função normal (KRAKAUER, 2004) causando maior gasto energético e aumento de carga na memória operacional (PUH et al., 2007). Esta alta carga de processamento de informações e da memória operacional, tanto em sujeitos com lesão encefálica

(HUMMEL; KIRSAMMER; GERLOFF, 2003) quanto em sujeitos saudáveis geram aumento da complexidade.

3.4 - Condições do aumento da Complexidade na tarefa

Billing (1980), com o objetivo de definir e classificar a complexidade da tarefa, propôs uma taxonomia que resultou na classificação da complexidade considerando quatro aspectos: Percepção, Tomada de decisão, Ato motor e Feedback, aos quais o presente estudo traz como base.

Segundo o mesmo autor, a complexidade perceptual refere-se a percepção e interação dos estímulos, pode variar no número de estímulos necessários para a realização da tarefa, da duração destes estímulos e da possível interação que possa existir na tarefa sobre tais estímulos.

Tais interações destes estímulos ainda podem variar em intensidade e causar confusão ou conflito de informações, o que aumenta a carga de processamento de informações.

A complexidade na tomada de decisão está relacionada às decisões, processamentos de informações e armazenamento na memória. A tomada de decisão acontece quando o aprendiz codifica uma informação perceptual, dá significado a esta informação e seleciona uma resposta adequada para aquela informação. Este processo torna-se complexo quando o número de decisões aumenta, causando uma sobrecarga de informação. Manipulando-se, também, a velocidade da decisão, fazendo com que o indivíduo tenha menos tempo para pensar.

Do ponto de vista do ato motor em si, Billing (1980) relata que o aumento da complexidade é relativo aos graus de liberdade, velocidade e precisão da ação motora. Desta forma, quanto maior o número de ações musculares produzindo o movimento ou a estabilização das articulações, maior é a complexidade do ato motor. Paralelamente, graus crescentes de coordenação ou requisitos de velocidade ou precisão contribuem para deixar a tarefa mais complexa.

A complexidade no *feedback* é representada através da informação produzida pelo ato motor e pelo *input* sensorial. Nesse sentido, a quantidade de *feedback* é importante a ponto do sujeito ter a quantidade de informações necessárias para guiar cada ato motor e,

em contrapartida, a ausência de informações dificulta o ato motor e a interpretação do *feedback*.

A qualidade ou a precisão do *feedback* são essenciais para a integridade da informação, já comentários conflitantes ou inconsistência entre o conhecimento de resultados e o conhecimento de performance tornam a interpretação do *feedback* mais complexa. Abaixo consta um quadro modificado (Billing, 1980) mostrando todas as variáveis para cada aspecto da complexidade e como foram classificadas.

Quadro 1- Classificação dos aspectos que promovem aumento da Complexidade (adaptado de BILLING, 1980).

Performance Motora			
Percepção	**Decisão**	**Ato Motor**	***Feedback***
Nº de estímulos atendidos	Nº de decisões necessárias	Nº de ações musculares	Quantidade/ Qualidade
Nº de estímulos presentes	Nº de alternativas por decisão	Quantidade de ações coordenadas	Intensidade
Velocidade e duração do estímulo	Velocidade da decisão	Velocidade da ação motora requerida	Momento (imediato ou atrasado)
Intensidade do estímulo	Sequência de decisões	Precisão requerida	Informações conflitantes
Estímulos conflitantes	Nº de itens necessários na memória		Nº de sentidos envolvidos na ação

Legenda: Nº (número)

Os quatro aspectos podem variar, no entanto, há certa independência entre eles, sendo que uma habilidade motora pode ser complexa do ponto de vista da demanda no processamento de informação e ser simples na execução do ato motor, como uma movimentação no xadrez, por exemplo.

Uma outra forma de classificar a complexidade na tarefa foi definida por WOOD (1986) baseado em um modelo geral de tarefas em que estão presentes três componentes essenciais: produtos (que são definidos como resultado mensuráveis dos atos), atos

(descreve o comportamento motor em níveis de amplitude e direção) e pistas de informação (são partes de informação sobre os atributos de objetos sobre os quais os indivíduos baseiam seus julgamentos durante a execução de uma tarefa).

Através destes componentes este mesmo autor derivou três dimensões de análise da complexidade da tarefa: complexidade componente, complexidade coordenativa e complexidade dinâmica.

A dimensão complexidade componente refere-se ao número distinto de atos que precisam ser executados em uma performance ou ao número distinto de informações que precisam ser processadas nestes atos. Esta definição é derivada do termo demanda no processamento de informações e/ou requisitos de armazenamento na memória de NAYLOR; DICKINSON, 1969 que foi incorporada no constructo das dimensões de complexidade de WOOD (1986) .

A complexidade coordenativa é descrita como referente ao relacionamento entre os *inputs* e os produtos da tarefa, ou seja, a forma e a força da relação entre as pistas de informação, atos e produtos. É entendida como um sequenciamento de inputs e, de forma mais específica, inclui *timing*, frequência, intensidade e requisitos de localização para performances de atos necessários.

Enquanto que a terceira dimensão da complexidade da tarefa, conhecida como complexidade dinâmica, é devido às mudanças que têm um efeito sobre o relacionamento entre os inputs e o produto da tarefa. Nesta dimensão, estes constructos não têm valor fixo e mudanças nos mesmos refletem em alteração na habilidade requerida para uma tarefa (WOOD, 1986).

Definir a complexidade da tarefa ou do movimento para uma ampla gama variada de características da tarefa ou do resultado do movimento é um trabalho árduo (WULF; SHEA, 2002), por isso existe diferentes formas de compreender e mensurar a complexidade na tarefa.

Alguns autores mensuraram a complexidade pelo resultado do movimento, isso se dá com o aumento do tempo de reação (CHRISTINA; ROSE, 1985; FISCHMAN; CHRISTINA; ANSON, 2008; HENRY; ROGERS, 1960) e outros, por medidas relativas ao tempo de movimento, respostas relativas ao erro e a variabilidade, número de graus de liberdade (CHRISTINA et al., 1985).

No entanto, a maioria destes estudos, se não todos, concordam que a complexidade da tarefa é uma característica que afeta a aprendizagem de habilidades motoras (KLAPP, 2010).

4 - APRENDIZAGEM MOTORA

4.1 - Caracterização do fenômeno

Existem diversas formas de definir Aprendizagem Motora, Magill (2011a) a define como “uma melhora no desempenho de uma habilidade, relativamente permanente, como resultado da prática e experiência”, já Schmidt & Wrisberg (2001) a definem como “ um processo de aquisição de uma habilidade motora, que gera mudanças relativamente permanentes decorrentes da prática ou experiência”. Ambas definições têm em comum que as mudanças devem ser relativamente permanentes para que haja aprendizagem.

Outro aspecto comum entre as duas definições é a importância da prática, a qual é tida como o fator mais importante e fundamental para a aquisição de habilidades motoras (KANTAK; WINSTEIN, 2012).

O fato de a aprendizagem motora não ser observável diretamente, faz com que ela não possa ser medida ou vista por si só, isto porque as mudanças geradas neste processo são internas e refletem-se na forma da execução do movimento, ou seja, no desempenho (SCHMIDT; LEE, 1999). O desempenho é um comportamento observável, transitório (KANTAK; WINSTEIN, 2012) e refere-se a execução propriamente dita de uma habilidade em uma determinada situação ou momento (MAGILL, 2011a).

Enquanto que, a aprendizagem motora é um processo que sofre uma mudança no desempenho relativamente permanente (SCHMIDT; LEE, 1999). Esta mudança produzida deve ser diferenciada de fatores que não qualificam a aprendizagem advindos da maturação ou de estados temporários do indivíduo, tais como: motivação, fadiga, medicação (CHRISTINA, 1997; KANTAK; WINSTEIN, 2012).

Assim, a aprendizagem é observada e analisada sob três aspectos principais: aquisição, retenção e transferência (EMANUEL; JARUS; BART, 2008). A aquisição é caracterizada pela prática da habilidade, sendo que são necessárias um número de

tentativas suficientes para alcançar um desempenho critério ou estabilizar um comportamento (TANI, 2000).Desse modo, o desempenho produz uma curva que, ao se estabilizar, determina o número de tentativas necessárias para a aquisição daquela habilidade, no entanto este platô alcançado não impede que o indivíduo continue melhorando o seu desempenho (CHRISTINA, 1997).

A partir disso, para que as mudanças observadas sejam diferenciadas do desempenho apresentado na aquisição, podem ser realizados os testes de retenção e transferência. O teste de retenção consiste em realizar a habilidade já praticada, em um momento posterior à aquisição (MAGILL, 2011a). Desse modo, os sujeitos são testados na mesma tarefa da aquisição, após um período sem prática (TANI, 2005). Este período pode ser relativamente curto caracterizando uma retenção imediata ou em longo prazo, para que os efeitos da prática da aquisição sejam dissipados e só o que realmente foi aprendido permaneça (SCHMIDT; WRISBERG, 2001b). Neste sentido, o teste de retenção avalia a extensão em que a habilidade é retida pelo aprendiz durante o intervalo de retenção, refletindo, assim, a força da representação da habilidade adquirida na memória ao longo do prazo (KANTAK; WINSTEIN, 2012).

Já o teste de transferência é referente à capacidade de generalização ou adaptação do comportamento a mudanças no contexto ou em algum parâmetro característico da tarefa (SCHMIDT; LEE, 1999). O teste determina se a habilidade praticada na aquisição produziu algum efeito positivo (transferência positiva), negativo (transferência negativa) ou nulo no desempenho do indivíduo (MAGILL, 2011a) em um contexto de pós aquisição diferente do praticado na aquisição (CHRISTINA, 1997). A partir dele, pode-se inferir sobre a flexibilidade da memória motora (KANTAK; WINSTEIN, 2012). Assim, o teste de transferência busca identificar a capacidade de adaptação do aprendiz (SCHMIDT; LEE, 1999).

4.2 - Aprendizagem Motora: entendendo o processo

A aprendizagem motora ocorre em fases. Existem na literatura algumas descrições e proposições sobre este processo. Fitts & Posner (1967) relatam que a aprendizagem de uma habilidade se expressa em três estágios: cognitivo, associativo e autônomo. Entre

algumas características de cada estágio, uma mudança característica decorrente da prática ocorre nos processos relacionados à atenção.

Assim, no estágio cognitivo, o indivíduo ainda inexperiente, busca compreender os objetivos da tarefa e possíveis estratégias a serem adotadas. Ocorre então, um predomínio do córtex pré-frontal (LUFT; BUITRAGO, 2005). Isto causa uma sobrecarga nos mecanismos ligados a atenção, refletindo um desempenho inconsistente (SCHMIDT; WRISBERG, 2001a).

Após algum período de prática, o sujeito passa ao estágio associativo, que implica em um desempenho mais estável, tornando-se capaz, inclusive, de detectar alguns erros (LADEWIG, 2000). A atenção decresce significativamente e, continua caindo ao longo do período de prática. Neste estágio, o córtex motor primário e cerebelo estão mais ativados (no processamento do feedback e correção de erros) (LUFT; BUITRAGO, 2005).

Após muito tempo de prática, o aprendiz será capaz de atingir o terceiro e último estágio (autônomo), no qual a habilidade está consolidada (LADEWIG, 2000), este estágio traz características próprias. A atenção e verbalização são menos requeridas, os movimentos são finos, fluentes e o erro é detectado e corrigido pelo aprendiz. Assim, são executados movimentos específicos trazendo fluidez a tarefa, e voltando a atenção aos detalhes do movimento (SCHMIDT; WRISBERG, 2001b). Ao longo da prática, o aprendiz realiza a tarefa de forma automática, diminuindo ainda mais a necessidade de atenção (LADEWIG, 2000), havendo um significativo aumento na confiança, e melhora na detecção dos erros.

No estágio autônomo, é mais difícil detectar a melhora da performance, pois os sujeitos estão próximos ao ápice, diminuindo o gasto energético e o tempo de execução da habilidade (MAGILL, 2011a).

O processo de aprendizagem motora em estágios ocorre não somente sob a ótica do comportamento observado, mas também, sob a análise da eletro fisiologia, da ativação cerebral, celular e molecular (LUFT; BUITRAGO, 2005), podendo ser investigada em diferentes níveis de análise. A junção destes processos culmina em uma mudança observável denominada de aprendizagem de habilidades.

No entanto, este processo de ativação cerebral pode estar afetado após uma lesão e acarretar mudanças que se dão desde a compreensão do objetivo da tarefa até o processamento das informações relevantes para o planejamento e para a sua execução.

Isto se dá pelo fato da lesão encefálica provocar uma modificação na função cerebral, fazendo com que sejam necessárias modificações nos padrões de movimento. Tais mudanças ocorrem não só na ação, mas no planejamento e na codificação das informações após uma lesão (JAKABI; PALMA, 2008; TORRIANI-PASIN, 2010).

4.3 - Aprendizagem motora pós-AVC

4.3.1 - Histórico

O estudo da Aprendizagem Motora em populações com déficit neurológico ocorreu a partir da *STEP Conferences* (Special Therapeutic Exercise Project) em 1966 com a discussão de 3 trabalhos que relatavam o papel da prática na aprendizagem motora (CROSS, 1967), os fatores que afetam a aprendizagem (FISCHER, 1967) e a motivação na aprendizagem motora (MATHIS, 1967). Entretanto, somente 24 anos depois começaram a surgir na literatura mais evidências de que a aprendizagem motora poderia contribuir para a compreensão da população, assim como das melhores intervenções pós-lesão cerebral (WINSTEIN et al., 2014).

A partir da década de 1990 surgiram mais estudos que procuraram compreender como se dava a aprendizagem motora pós-lesão encefálica (HAALAND; HARRINGTON, 1996, 1994; HANLON, 1996; MULDER, 1991; MULDER et al., 1993; MULDER; HULSTYN, 1984; POHL; WINSTEIN, 1999). Após um período de discordância entre o fato da aprendizagem estar (BOYD; WINSTEIN, 2001; BOYD et al., 2007; IOFFE et al., 2006; POHL et al., 2006; USTINOVA et al., 2001) ou não estar (BOYD; WINSTEIN, 2003; VAN VLIET; WULF, 2006) afetada após lesão encefálica, a comunidade que estuda este fenômeno concordou sobre a preservação da capacidade de aprendizagem destes sujeitos, assim como sobre as diferenças existentes no processo de aprendizagem entre os sujeitos com e sem lesão cerebral.

4.3.2 - Estado da arte

Em relação aos fatores que afetam a aprendizagem motora pós–AVC, os estudos ao longo dos últimos 25 anos apontam que:

1. Quanto à prática, há evidência de que a prática mental pode facilitar a recuperação motora (YAN et al., 2012); a associação de prática física e mental é mais efetiva em conjunto comparado às formas isoladas (MALOUIN; JACKSON; RICHARDS, 2013); a variação pode ser proposta através da manipulação do ambiente e das demandas da tarefa (TEIXEIRA-SALMELA et al., 2014) e, por último, a superioridade da prática variada em comparação a constante na ausência de déficits cognitivos (BOYD; WINSTEIN, 2001; CAURAUGH, 2003).
2. O *Feedback* embora já tenha sido estudado em sujeitos pós–AVC (CIRSTEA; PTITO; LEVIN, 2006; CIRSTEA; LEVIN, 2007) não foi corretamente manipulado nos desenhos experimentais e não é possível afirmar sobre seus efeitos na aprendizagem pós-AVC;
3. Quanto à instrução e demonstração somente um estudo pesquisou esta variável nesta população e os resultados deste estudo vão em favor da demonstração por meio de vídeo quando comparada a apresentação de fotos (CAMPOS; JÚNIOR; CAMPOS, 2012);

Embora esta temática esteja sendo pesquisada há algum tempo, as evidências encontradas são escassas e, portanto, não são robustas haja visto que os delineamentos propostos para estas pesquisas falham pela ausência de testes de aprendizagem, o que impedem inferir sobre o processo de aquisição de habilidades nesta população.

4.3.3 - Estudos de aprendizagem motora em sujeitos pós–AVC em tarefas complexas

Poucos foram os estudos que pesquisaram a complexidade da tarefa como variável independente nesta população (HAALAND; HARRINGTON, 1994; HAALAND; HARRINGTON; YEO, 1987; HARRINGTON; HAALAND, 1991).

O foco primário do estudo de Haaland; Harrington & Yeo (1987) foi verificar o relacionamento entre a complexidade da tarefa e o controle hemisférico do movimento ipsilateral. Assim, participaram do estudo 10 sujeitos com lesão no hemisfério esquerdo

(LHE), 9 sujeitos com lesão no hemisfério direito (LHD) e 20 sujeitos saudáveis no grupo controle (GC).

A tarefa utilizada foi a tarefa de *Fitts* na qual o aumento da complexidade se dava através do aumento de precisão (alvo largo e alvo estreito) requerido em conjunto com a alta velocidade de execução da tarefa. Foram realizados 10 blocos de 5 tentativas com duração de 15 segundos para os sujeitos tentarem acertar a maior quantidade possível de acertos alternados nas duas metas. As variáveis dependentes eram toques e erros. Os resultados deste estudo apontaram que LHE foram prejudicados nesta tarefa quando comparados ao LHD e aos sujeitos controle e que o LHE foi pior na tarefa de baixa complexidade comparado a alta complexidade.

No estudo de Harrington & Haaland (1991) os objetivos do estudo eram respectivamente: 1- Verificar o papel dos hemisférios e seu relacionamento com os déficits cognitivos de sequenciamento motor e, 2- Entender o efeito da complexidade da sequência no hemisfério direito e esquerdo de sujeitos pós AVC na capacidade de planejar sequências antes do movimento. Participaram do estudo 16 sujeitos no grupo LHE, 18 no grupo LHD e 37 sujeitos no GC. A tarefa adotada era uma caixa que possibilitava o sujeito realizar 3 ações: tocar uma alavanca com a parte lateral da mão, apertar um botão com o dedo indicador, e empurrar uma barra com o contato de pelo menos 4 dedos (com o antebraço em supinação). Esta caixa era conectada a um computador que sorteava a sequência a ser realizada. O lado de início da tarefa era modificado de acordo com a mão que o sujeito ia realizar a tarefa.

O aumento da complexidade nesta tarefa se dava através da sequência que o sujeito deveria realizar. Assim, na baixa complexidade era sorteada uma sequência repetitiva (Ex: barra, barra; botão, botão) e na alta complexidade era sorteado uma sequência heterogênea (Ex: botão, barra, alavanca; alavanca, barra, botão). Foram apresentadas 23 sequências diferentes realizadas em blocos de 8 tentativas, de forma que, se o sujeito errasse era repetida a sequência ao final do bloco. Ao final, os grupos deveriam ter pelo menos 2 blocos de prática das 23 sequências. Os resultados mostraram que o tempo de reação de todos os grupos aumentou à medida que foi implementada a tarefa de alta complexidade, no entanto, os sujeitos do grupo LHE tiveram um aumento um pouco mais expressivo.

O estudo de Haaland & Harrington (1994) foi desenhado para responder a pergunta sobre como os sujeitos pós AVC se adequavam ao aumento de complexidade em uma tarefa de precisão. Para isso foram incluídos 18 sujeitos LHD e 25 sujeitos no grupo LHE e

com um GC de 32 sujeitos sem lesão. A tarefa escolhida novamente era a tarefa de *Fitts* na qual os sujeitos tocavam de forma alternada dois alvos (um mais largo e outro mais estreito). Realizaram 5 blocos de 1 tentativa com 20 segundos em que o sujeito acertava os dois alvos quantas vezes fossem possíveis. Os resultados mostraram que o grupo LHE manteve o desempenho para ambos os alvos com relação à velocidade, mas foi mais lento quando comparado ao GC. A variabilidade aumentou para todos os grupos a medida que a largura do alvo diminuía com exceção do LHE. E os sujeitos do GE erraram mais quão mais estreito o alvo.

Os autores discutem seus resultados sobre o aspecto da dominância lateral dos sujeitos antes da lesão e sobre a emergência do processamento de informações em tarefas que exigem tomada de decisão rápida e tarefas com alta complexidade.

POHL & WINSTEIN (1999) estudaram a aquisição de uma tarefa motora fina com diferentes níveis de complexidade (alta complexidade e baixa complexidade) em indivíduos pós-AVC. Participaram do estudo 10 indivíduos pós-AVC e 10 indivíduos saudáveis no GC. Os pesquisadores utilizaram uma tarefa de alcance em que era regulada a distância e a largura dos alvos, alternando assim, a complexidade da tarefa. Os autores concluíram que os indivíduos pós-AVC apresentaram maior tempo de movimento que os indivíduos controle, mas ambos os grupos diminuíram o tempo ao longo da prática, para as duas condições de complexidade propostas no estudo.

Utilizando a classificação de Billing (1980) em todos estes estudos citados acima ocorreu aumento da complexidade no domínio do ato motor, em função do aumento nos graus de liberdade e na exigência de maior ou menor grau de precisão.

Outros estudos sofreram o impacto da complexidade da tarefa como covariável, como o estudo de Iofee et al. (2010) e Bonuzzi et al., (2016).

No estudo de Iofee (2010), o objetivo principal foi verificar o nível de aprendizagem em diferentes tarefas posturais em pacientes com AVC divididos de acordo com o lado da lesão. Os autores recrutaram 20 indivíduos hemiparéticos divididos em 9 com lesão no hemisfério esquerdo e 11 com lesão no hemisfério direito e 13 sujeitos saudáveis. Os participantes praticaram duas tarefas diferentes, uma tarefa denominada “Balls” em que o participante tinha como objetivo levar a bola (que aparecia de forma aleatória na tela do computador) até um cesto (cesto este que emitia um estímulo luminoso orientando onde o participante deveria acertar), movendo seu centro de pressão. E outra

tarefa denominada “Bricks”, em que o participante, tinha o objetivo de empilhar as peças que apareciam no computador, também por meio do movimento do centro de pressão.

Os participantes foram submetidos a 10 blocos de prática, e cada bloco continha de 4 minutos de prática (2 minutos em cada tarefa). Todos os grupos melhoraram seu desempenho ao longo da prática das duas tarefas, entretanto houve superioridade do GC em relação ao GE. Análises intergrupo apontaram não haver diferença entre indivíduos com lesão a direita e a esquerda na tarefa “Balls”. Já na tarefa “Bricks”, houve diferença apenas no início da fase de aquisição a favor do grupo com lesão a esquerda, nos 3 primeiros dias de aquisição. Assim, os achados apontaram que indivíduos com lesão a direita apenas apresentaram déficits na aquisição da tarefa “Bricks”, e que esta diferença tende a se igualar ao longo das sessões de prática.

Porém, este estudo apresenta algumas falhas metodológicas e conceituais que devem ser consideradas. Com relação ao tempo de prática, por exemplo, nota-se pouco tempo de prática (apenas 2 minutos cada jogo). Sabe-se que na fase de aquisição é necessário um número de tentativas suficientes para que a prática seja eficaz (MAGILL, 2011b; SCHIMIDT; WRISBERG, 2010; TANI, 2000) e, analisando os resultados, os sujeitos não estabilizaram o comportamento.

Com relação a tarefa, os autores citam que as tarefas diferiram em relação a estrutura, pois na tarefa “Balls” o sujeito direcionava o CoP até o cesto em uma trajetória aleatória. E na tarefa “Bricks” o sujeito direcionava de forma específica o CoP: central, diagonal a esquerda ou diagonal a direita. Os autores concluem que a diferença em relação a precisão associada ao esforço cognitivo da tarefa “Bricks” alteram a complexidade da tarefa em comparação a “Balls”. Assim como nos estudos anteriores, o aumento da complexidade, segundo a classificação de Billing (1980), mais uma vez foi através do aumento na precisão.

Na conclusão, os autores destacam os 5 primeiros dias de prática e afirmam que o GE com lesão à direita tem comprometimento na aprendizagem desta tarefa, com base na análise deste curto período de treino. No entanto, as mudanças vistas durante a prática são possíveis apenas temporariamente e podem não refletir aprendizagem.

Neste sentido, os testes de retenção e transferência são necessários para indicar a ocorrência de aprendizagem (CARR; SHEPHERD, 2006; EMANUEL; JARUS; BART, 2008; MULDER, 1991) e permitir importantes inferências sobre o processo de aquisição

da habilidade. No entanto, os autores não realizaram teste de retenção, o que não nos permite identificar o comprometimento na aprendizagem desta população.

Por fim, a complexidade da tarefa também afetou o estudo de Bonuzzi et al. (2016), o qual tinha como objetivo investigar a aprendizagem de uma tarefa de controle postural em ambiente virtual não imersivo em indivíduos pós-AVC em função do hemisfério acometido, preenchendo assim a lacuna deixada pelo estudo de IOFFE et al. (2010b).

Desse modo, os autores recrutaram 20 indivíduos pós-AVC separados pelo lado da lesão e pareados em idade com sujeitos saudáveis. Ambos os grupos praticaram uma tarefa de equilíbrio em ambiente virtual, que tinha como particularidade um aumento da complexidade (não controlada pelos autores), tendo esta tarefa 8 níveis de complexidade.

Houve diferença entre ambos os grupos experimentais (lesão a direita e a esquerda) com o GC, porém esta diferença foi mais expressiva nos sujeitos com lesão à direita. O autor concluiu que desempenhar uma tarefa de equilíbrio em níveis superiores de complexidade faz com que os indivíduos pós-AVC, em especial com lesão à direita, sejam mais impactados comparados aos sujeitos com lesão à esquerda.

O autor conclui que a complexidade parece ter um papel crucial na aprendizagem motora de tarefas de controle postural nesta população, apontando para a necessidade de maior investigação desse fator. Esse aspecto é também respaldado por Wulf & Shea (2002) os quais enfatizam a necessidade de melhor investigar a aquisição de habilidades complexas, com demanda de estabilidade e controle postural.

Com base na análise crítica da literatura, é possível sintetizar que:

1. A complexidade da tarefa pode afetar a aprendizagem motora, tanto em sujeitos saudáveis, quanto em sujeitos pós–AVC; No entanto, não há estudos com desenho metodológico adequado para da suporte a essa premissa em sujeitos pós-AVC;
2. O impacto exercido pela complexidade da tarefa é refletido sobre diversas formas no desempenho das habilidades indicando um tempo maior no processamento de informações para todos os tipos de ações complexas;
3. A complexidade na tarefa tem sido estudada nesta população buscando diferenças entre os lados cerebrais acometidos não permitindo inferir sobre o papel desta característica na aprendizagem motora desta população;

4. Os estudos sobre complexidade na tarefa nesta população utilizam os mesmos sujeitos nas duas condições o que inviabiliza verificar diferenças entre o desempenho nas habilidades em cada complexidade separadamente;
5. As conclusões dos estudos sobre aprendizagem de tarefas com diferentes complexidades nesta população estão prejudicadas por delineamentos que apresentam falhas metodológicas que prejudicam a inferência sobre os efeitos da complexidade da tarefa na aprendizagem de sujeitos pós-AVC.

5. OBJETIVO GERAL

Verificar os efeitos de diferentes níveis de complexidade da tarefa na aprendizagem motora de sujeitos pós–AVC.

6. EXPERIMENTO 1

6.1 – Objetivos Específicos

1. Verificar o desempenho de sujeitos pós–AVC em uma tarefa de baixa complexidade e compará-los a sujeitos saudáveis pareados por idade.
2. Verificar se há aprendizagem de sujeitos pós–AVC em uma tarefa de baixa complexidade.

6.2 - Hipóteses

1. Espera-se que o desempenho de sujeitos pós–AVC em uma tarefa de baixa complexidade seja inferior aos sujeitos saudáveis.
2. Espera-se que os sujeitos pós–AVC sejam capazes de aprender uma tarefa de baixa complexidade.

6.3 – Método

6.3.1 – Procedimentos Éticos

O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Escola de Educação Física e Esporte, e aprovado CAAE n° 48611015.0.0000.5391 (Apêndice – 1).

6.3.2 – Local do Estudo

O estudo foi realizado na Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (EEFE-USP), no Laboratório de Comportamento Motor (LACOM).

6.3.3 – Materiais

O equipamento utilizado foi o “Stable” da marca “Motek Medical” (Fig. 02), cujos componentes são detalhados a seguir:

- 3 projetores da marca HITACHI modelo ED – A220N (A), dimensões: 345 x 85 x 303 milímetros (largura x altura x profundidade), resolução: XGA (1024x768), tamanho da projeção: 60 ~ 100 "(152 ~ 254 centímetros)
- 1 plataforma de força (B) de 1 x 1 metro que mede a força vertical no eixo x e y;
- 1 sistema de som (C) da marca C3 TECH modelo CT683601 subwoofer com potência de saída de: 1,7 W r.m.s, e resposta as frequências: 60 Hz ~100Hz;
- 1 colete de proteção com o peso de 1,80kg

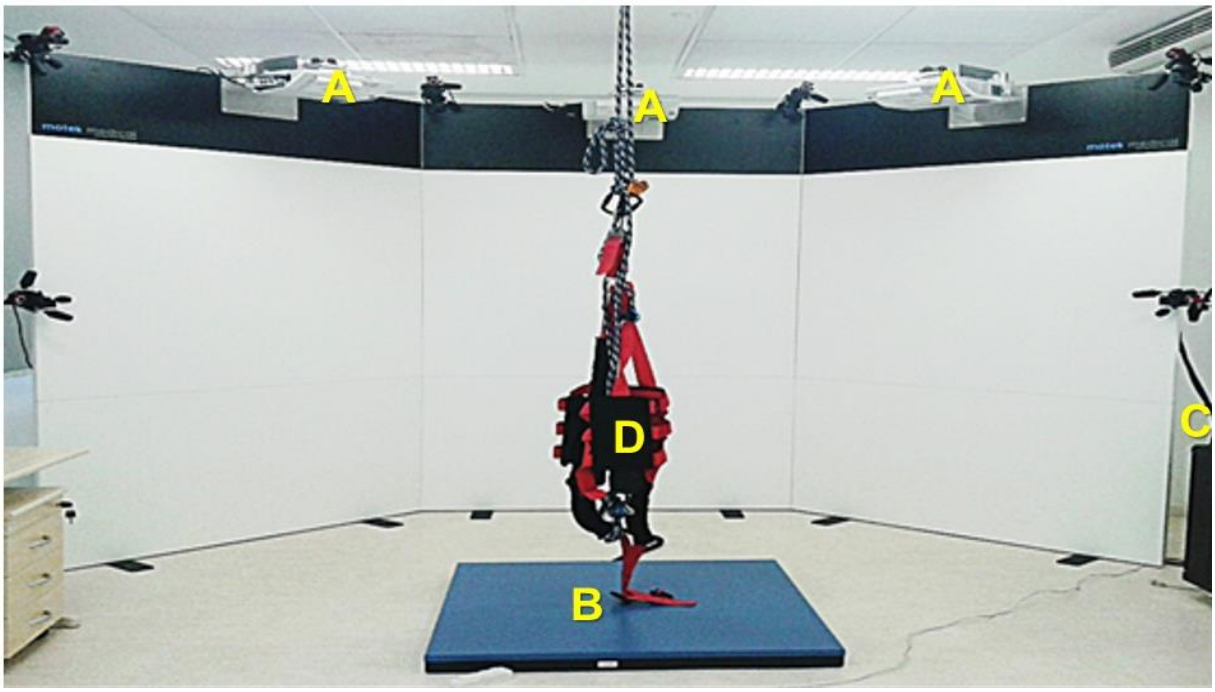


Figura 1 - Equipamento Stable

6.3.4 – Casuística

O grupo experimental contou com a participação de 12 sujeitos hemiparéticos por AVC recrutados a partir dos critérios de inclusão e exclusão abaixo:

Critérios de inclusão:

- ✓ Idade entre 40 e 75 anos;
- ✓ Lesão em território de circulação anterior, comprovada por exame de imagem e laudo médico neurologista;
- ✓ Tempo de lesão acima de 6 meses;
- ✓ Único evento vascular;
- ✓ Mini Exame do Estado Mental (MEEM) com pontuação ajustada para o mínimo de acordo com a escolaridade (BRUCKI et al., 2003) (Apêndice – 2);
- ✓ Capacidade de permanecer em ortostatismo sem meios auxiliares.

Critérios de exclusão:

- ✓ Afasia de compreensão;
- ✓ Instabilidade clínica;
- ✓ Indivíduos com heminegligência detectada pelo teste de cancelamento de estrelas;
- ✓ Indivíduos com apraxia ou outras doenças neurológicas associadas (Doenças de Parkinson, Demências, Alzheimer);
- ✓ Pacientes pós-AVC com comprometimento de lesão classificado como grave, segundo a Escala de prognóstico de Orpington (LAI; DUNCAN; KEIGHLEY, 1998).

O grupo controle foi composto por 12 sujeitos saudáveis, pareados por idade com o grupo experimental.

6.3.5 – Tarefa

6.3.5.1 – Objetivo da tarefa

Acertar a sequência de toques de uma bola nos alvos através do direcionamento do CoP no menor tempo possível.

6.3.5.2– Descrição

A tarefa tinha início com um sinal de “PREPARAR” (Fig.04 [1]) exibido na tela. Logo após, iniciava-se uma contagem regressiva a partir do número 3 (Fig. 04 [2,3,4,5]). Ao final da contagem regressiva tocava um bip. Em seguida, aparecia uma forma geométrica de quadrado na cor azul clara ao centro da tela (objeto 1), cujas dimensões são: 50 por 50 cm, e um outro objeto em forma de círculo na cor lilás aleatoriamente à direita ou à esquerda (objeto 2), com as mesmas dimensões, a 3,5 metros do objeto 1. Nesse momento, iniciava a exibição de um relógio no centro superior da projeção (Fig.04 [6]).

O sujeito deveria com o seu CoP, na posição em pé, direcionar o objeto 1 até o objeto 2 que ao se fundirem formavam um objeto em forma de círculo na cor vermelha (objeto 3). Durante a fusão do objeto 1 com o objeto 2 apareciam os alvos para onde o

indivíduo deveria ser direcionar o objeto 3. Estes alvos eram em forma de cubo, na cor azul escuro com dimensões 50 x 100 x 100 cm (altura, largura e profundidade) (Fig.04 [7]).

Na fase de aquisição e retenção o controle do objeto através do deslocamento do CoP foi da seguinte forma: ao deslocar o CoP para a direita ou esquerda, o objeto move-se especificamente nestas direções, ao deslocar para frente, o objeto move-se para cima e deslocando o CoP para trás, o objeto move-se para baixo.

A quantidade de alvos na condição de baixa complexidade foi de 3 alvos.

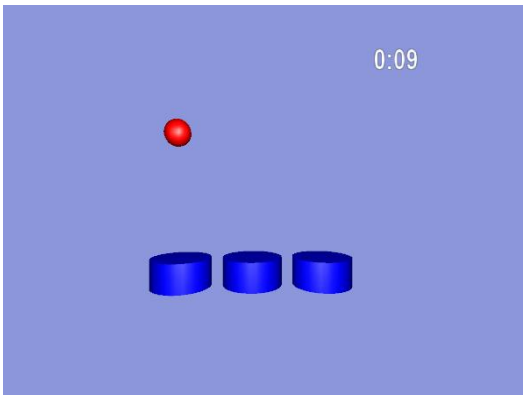


Figura 2 - Tarefa de Baixa Complexidade

Dois segundos após o surgimento do objeto 3 era randomizada e apresentada a sequência a qual o sujeito deveria realizar, com um estímulo luminoso no alvo a ser direcionado o objeto 3. O estímulo luminoso tinha a duração de 1,5 segundos em cada cesto, dentro de um intervalo de 1 segundo. Após o sujeito realizar a sequência, todas as formas desapareciam da tela.

A sequência a qual os sujeitos na condição de baixa complexidade deveriam fazer era de 2 toques, ou seja, acertar dois cestos.

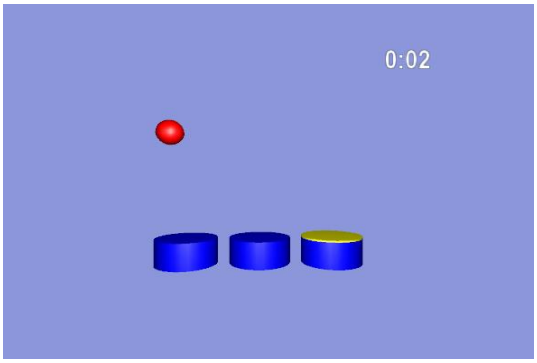


Figura 3 - Ilustração da sequência apresentada

O teste de transferência constou da alteração na forma de controlar os objetos (compatibilidade inversa). Assim, ao deslocar o CoP para trás o objeto era movido para cima, ao deslocar o CoP para a frente o objeto era movido para baixo, já o deslocamento lateral foi mantido sem alterações. Segue abaixo um esquema com as etapas da tarefa.

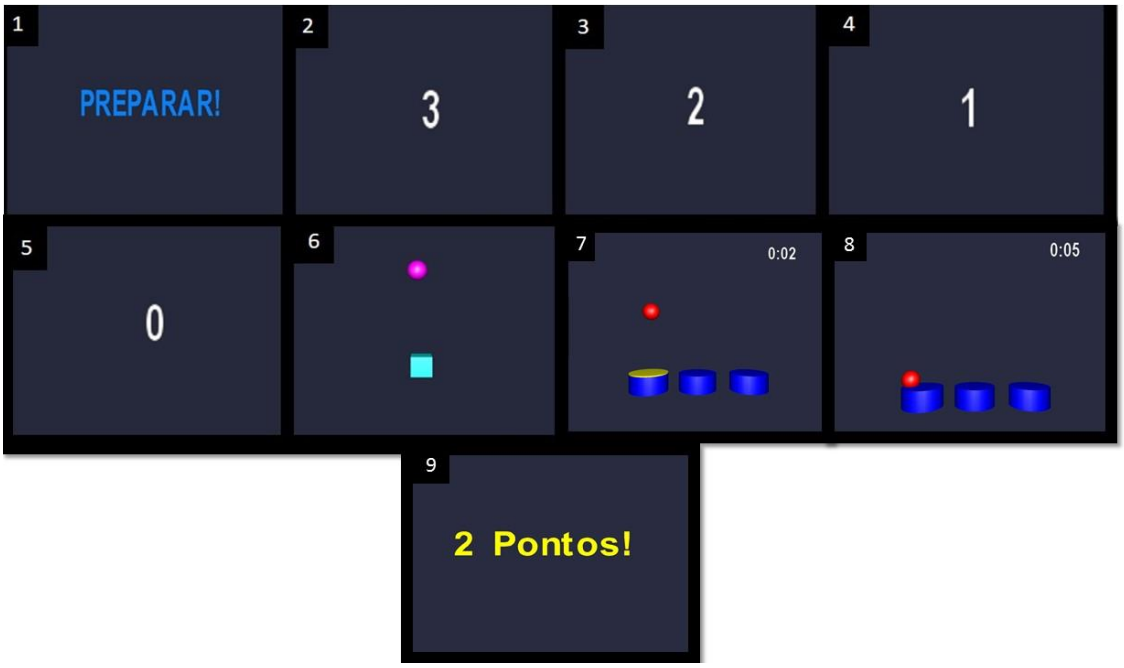


Figura 4 - Etapas da Tarefa

6.3.5.3– Instrução

Foi dada a seguinte instrução aos sujeitos:

"Essa é uma tarefa que envolve sequências e deve ser feita o mais rápido possível. Para iniciar, você deve mover o quadrado com o peso do seu corpo, até o objeto lilás. Assim que aparecer o círculo vermelho será apresentada a sequência que você deverá fazer. Você deve direcionar este círculo para os cestos na ordem em que você viu o brilho. A cada vez que você acertar o cesto ganhará 1 ponto. Esta tarefa tem 2 toques. Atenção para a sequência, e faça o mais rápido possível! "

No intervalo entre os blocos uma parte da instrução foi enfatizada:

"Atenção para a sequência, e faça o mais rápido possível! "

6.3.5.4– Feedback

O *feedback* aumentado foi emitido em cada tentativa, sob forma de conhecimento de resultado, representando a pontuação alcançada na tentativa executada e na forma temporal com o tempo de execução da tarefa em segundos.

6.3.5.5– Pontuação

Os sujeitos receberam 1 ponto pelo acerto de cada parte da sequência correta. Assim, realizando a sequência completa era possível completar 2 pontos.

6.3.5.6– Nível de complexidade

De acordo com Billing (1980), o nível de complexidade nesta tarefa ocorre com maior ênfase na complexidade perceptual, especificamente nos itens:

1. Número de estímulos a serem atendidos: Era necessário que o sujeito atendesse a 2 (dois) estímulos visuais que informaram a sequência a ser realizada.
2. Número de estímulos presentes: Nesta caracterização, o sujeito observou 1 objeto e 3 opções de direcionamento para atingir a meta da tarefa.
3. Estímulos conflitantes: O estímulo luminoso que informava a sequência a ser realizada ocorre com um intervalo pequeno, fazendo com que a sequência seja pouco intuitiva. Além disso, os cestos todos da mesma cor impedem a associação para memorização.

O nível de complexidade se dá, com menor ênfase, nos âmbitos da tomada de decisão e na complexidade no ato motor, respectivamente nos itens:

1. Número de decisões necessárias: Através das opções dadas pelo número de cestos para poder atingir a meta.
2. Velocidade da ação motora requerida: A instrução é que o participante realize a tarefa o mais rápido possível.

6.3.6 – Delineamento

O estudo foi estruturado em etapas distintas, ilustradas na figura 10.

Etapa 1: Os sujeitos foram submetidos aos critérios de inclusão e exclusão, anteriormente descritos. Foram colhidos dados de caracterização da amostra sobre o Tempo de lesão em meses, o tipo de evento, isquêmico ou hemorrágico, o lado da lesão e a idade do sujeito. Após a caracterização, os sujeitos pós–AVC foram balanceados pelo lado da lesão e alocados no grupo.

Os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 3) e foram avaliados através das escalas: Escala de Berg (BERG), Fugl–Meyer (FM), Montreal Cognitive Assessment (MoCA) e Teste de Trilhas A e B.

A Escala de Berg (Apêndice 4) avalia o equilíbrio funcional. Ela consta de 14 itens relacionados a tarefas de equilíbrio distintas relacionadas as atividades de vida diárias. Entre elas encontram-se itens como: ficar em pé com e sem apoio, ficar em pé em apoio unipodal, realizar transferências posturais, permanecer em pé com os olhos fechados entre outros. Cada item pode ser pontuado de 0 a 4 pontos e sua pontuação máxima é 56 pontos (MIYAMOTO et al., 2004).

A Fugl-Meyer (Apêndice–5) é dividida em 5 domínios: Função motora, sensibilidade, equilíbrio, amplitude de movimento e dor, os itens são pontuados em uma escala de 0 a 2 e sua pontuação máxima pode chegar a 226 pontos (MAKI et al., 2006).

A MoCA (Apêndice–6) é um instrumento de rastreio para identificar comprometimentos cognitivos. Este teste avalias estes comprometimentos nos domínios visuoespacial/ executiva, nomeação, memória, atenção, linguagem, abstração, evocação tardia e orientação. Sua pontuação máxima pode chegar a 30 (SARMENTO, 2009).

O Teste das trilhas (Trail Making Test – TMT, Apêndice - 7), composto por duas partes (A e B), que juntas avaliam, além da capacidade de atenção, capacidade de escaneamento visual, rastreamento visual e flexibilidade cognitiva. As duas partes contêm 25 círculos dispostos de forma aleatória em uma folha de papel. Na parte A, o participante é orientado a ligar os círculos, numerados de 1 a 25, em ordem ascendente. Na parte B, os círculos incluíram números (1-13) e letras (A- L), sendo que o participante é orientado a

unir os círculos alternando os números e as letras, por exemplo, 1-A, 2-B, 3-C, etc. Os participantes são instruídos a realizar as duas partes (A e B) o mais rápido possível, sem tirar a caneta do papel. O tempo para completar cada parte é cronometrado e, caso exceda o total de 300 segundos, a tarefa era interrompida. Os erros cometidos durante o teste são apontados pelo avaliador para que o participante possa corrigi-los e o tempo para correção é incluído no tempo total para completar a tarefa (LEZAK et al., 2012).

Etapa 2: Foi dada a instrução e a demonstração da tarefa ao sujeito seguida de uma familiarização da tarefa em 1 bloco de 5 tentativas.

Etapa 3: Os sujeitos realizaram a fase de aquisição composta por 10 blocos de 5 tentativas com um intervalo de 1 minuto entre os blocos, repetida por 3 dias consecutivos, totalizando 150 tentativas. Caso o sujeito faltasse algum dia seria destinado outro dia subsequente para que fosse realizada a reposição.

Etapa 4: A última fase do estudo foi realizada após um intervalo de 4 dias sem prática com um teste de retenção e um de transferência, ambos compostos por 1 bloco de 5 tentativas. Conforme ilustrado na figura 5.

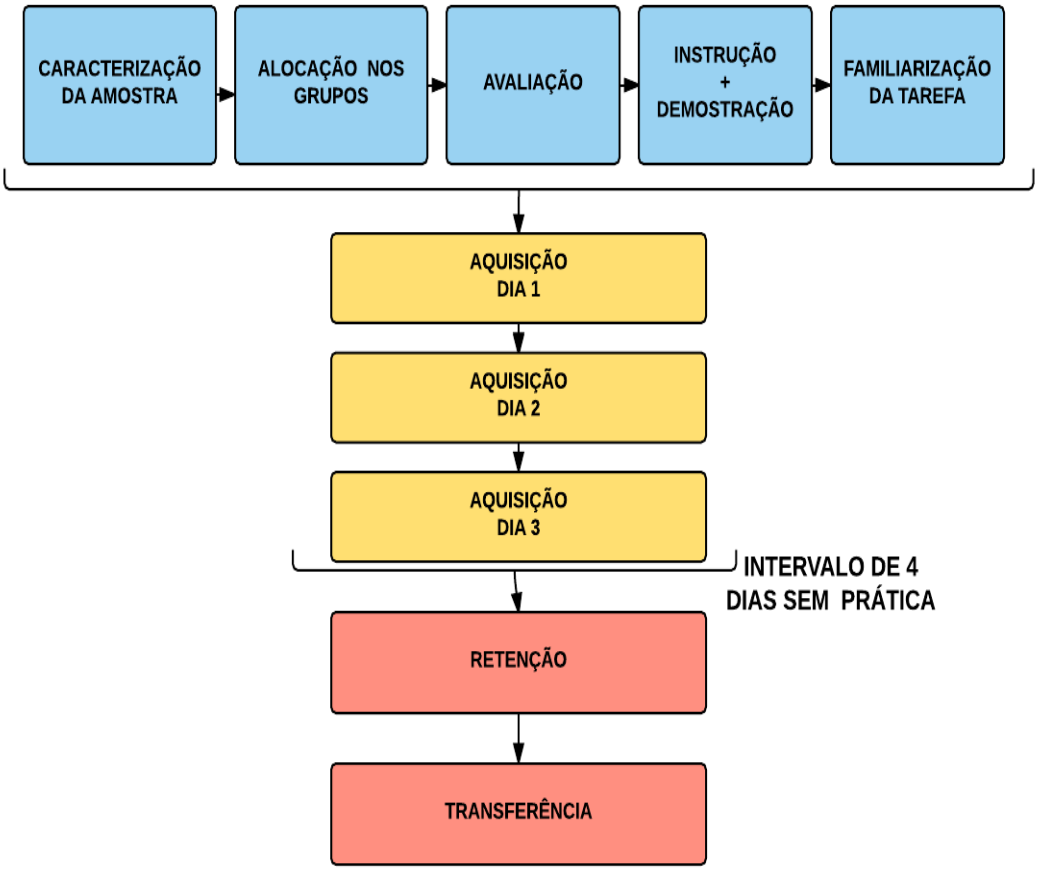


Figura 5 - Fases do Experimento

6.3.7 – Variáveis

As variáveis dependentes foram:

1. Pontuação: número de pontos obtidos pelo sujeito (relacionado ao número de vezes que a meta da tarefa foi atingida). Esta medida foi obtida através da contagem do total de bolas que atingirem corretamente a meta e representava a percepção correta do estímulo e o direcionamento correto do COP;
2. Tempo de execução: tempo em segundos que o sujeito levou desde a junção entre os objetos até atingir a meta da tarefa, seja ela com acerto ou erro do sujeito. Esta medida representa o tempo que o sujeito levou para planejar e executar a ação motora requerida.

As variáveis independentes foram:

1. Baixa complexidade: condição considerada com pouca demanda cognitiva e com um número baixo de elementos em sua composição;
2. Presença de lesão: condição em que o SNC apresenta algum déficit ocasionado por lesão do mesmo;

6.3.8 – Análise Estatística

Para tratamento matemático e análise estatística dos dados foi utilizado o programa: IBM SPSS Statistics 22 e foi adotado um nível de significância de 5% para as análises inferenciais.

Inicialmente, foi realizada a análise descritiva da caracterização da amostra (Orpington, Mini Exame de estado Mental, Tempo de lesão, MoCA, Fugl – Meyer, Escala de Berg e idade do sujeito) do GE. Não houve medidas de caracterização para o GC por ser um grupo pareado em idade ao GE.

Para a análise inferencial, os dados foram analisados inicialmente pelo teste de Shapiro Wilk e Levene para verificar a normalidade e homogeneidade das variáveis dependentes. Os dados obedeciam aos pressupostos para executar a análise paramétrica.

Os efeitos da presença da lesão e da manipulação da complexidade da tarefa foram analisados confrontando os dados das 5 primeiras tentativas (BL 01), as 5 últimas tentativas (BL 30), as 5 tentativas da retenção (RET) e as 5 tentativas da transferência (TR) de ambos os grupos (GE e GC) em uma Anova (two-way) de medidas repetidas (2 grupos x 4 momentos).

Como pressupostos da Anova de medidas repetidas foi aplicado o teste de Mauchly para verificação da hipótese de esfericidade dos dados, o resultado deste teste para ambas variáveis indicou que a hipótese de esfericidade foi violada, portanto, os graus de liberdade foram corrigidos usando as estimativas de esfericidade de Greenhouse e Geisser.

Foram aplicados contrastes planejados para verificar diferenças e possíveis interações entre os momentos. Os cruzamentos utilizados foram PRE x POS, POS x RET e RET x TR. E foi realizada a comparação por pares para verificar diferenças entres os grupos (GE x GC). A análise do poder do teste foi obtida para todas as comparações.

7- RESULTADOS

Os resultados são apresentados na seguinte ordem: inicialmente, os resultados sobre a caracterização do GE e, posteriormente, a análise inferencial com os achados do experimento. As variáveis adotadas foram: Tempo de execução e Pontos e foram relatadas nesta ordem.

7.1 - Caracterização da amostra

A fim de relatar todos os sujeitos triados para possível inclusão no estudo, sujeitos incluídos, excluídos e a razão da exclusão encontram-se no fluxograma abaixo.

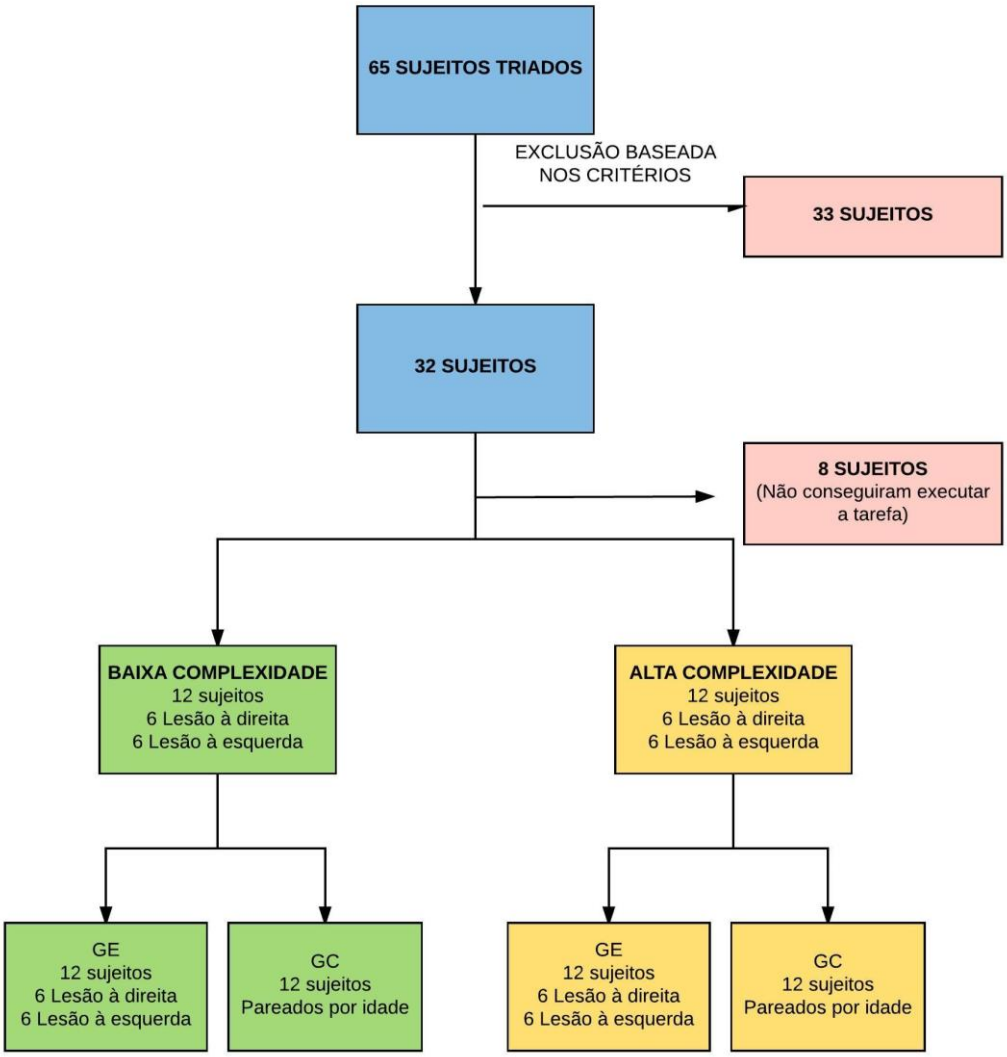


Figura 6 - Fluxograma de sujeitos triados para inclusão no estudo.

Tabela 1 - Análise descritiva das característica clínicas do GE

Tipo (lesão)	Tempo (meses)	Idade (anos)	Lado (lesão)	Gênero	BERG	MoCA	Fugl-Meyer	MEEM	Orpington (classif.)	TT- A (seg)	TT-B (seg)
H	33	56	D	M	48	20	124	23	M	83	273
I	84	32	D	F	47	27	125	29	L	43	72
H	156	56	D	M	48	21	143	28	M	147	209
I	24	63	D	M	54	27	185	28	L	60	144
I	41	54	D	M	53	30	194	29	L	89	202
H	144	83	D	M	50	19	127	24	L	199	257
I	48	87	E	M	50	20	197	29	L	60	124
I	336	46	E	M	48	30	185	29	L	62	126
H	56	51	E	M	50	29	112	29	L	36	151
I	216	51	E	M	50	8	123	24	L	92	202
I	132	67	E	F	50	20	196	27	M	91	203
I	36	79	E	F	54	20	145	23	L	57	121
Média	**108,8**	**59**	**-**	**-**	**50,2**	**22**	**154,7**	**27,4**	**-**	85	174
DP	**89,9**	**11,8**	**-**	**-**	**2,4**	**6**	**33,7**	**2,6**	**-**	46	60

Legenda: D (direito), E (esquerdo), H (hemorrágico), I (isquêmico), TT–A (Teste de trilhas – parte A), TT–B (Teste de trilhas – parte B), MEEM (Mini Exame de Estado Mental), BERG (Escala de Berg), Orpington (classificação): L (leve), M (moderado) Gênero: M (Masculino), F (Feminino).

7.2 - Análise Inferencial

7.2.1 - Variável Pontuação

O resultado da Anova (two-way) medidas repetidas não detectou efeito de interação (F= 0,42; p = 0,650; ES = 0,11). Não houve efeito significativo na análise intergrupo (F= 0,21; p= 0,163; ES=0,31). Pode-se verificar no gráfico representado na Figura 7, a média do desempenho de ambos os grupos nos momentos analisados.

Houve efeito significativo na análise intragrupo (*F*= 1,22; p= 0,000; ES=0,99) os contrastes planejados detectaram que este efeito significativo ocorreu nos momentos **BL01 x BL30** (*F*= 1,27; p=0,002; ES=0,92) e **RET x TR** (*F*= 25,24; p= 0,000; ES = 0,99).

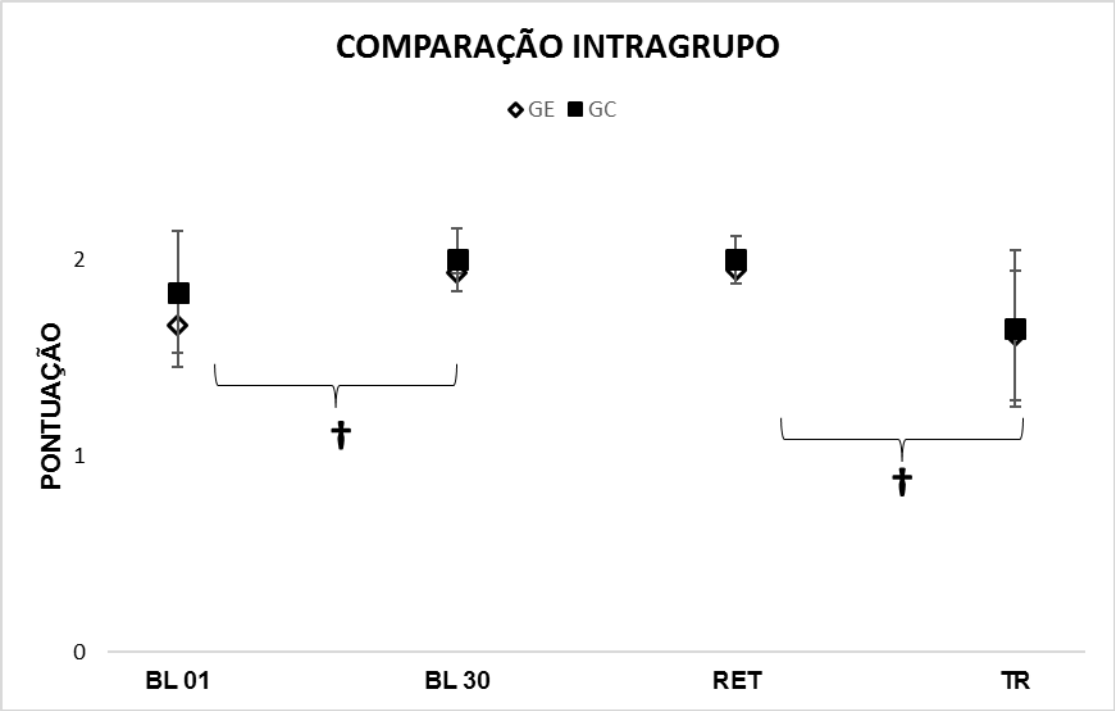


Figura 7 - Gráfico representando a média da pontuação dos sujeitos do GC e GE nos momentos das medidas. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle, (†) diferença intragrupo significante.

7.2.2 - Variável tempo de execução

O resultado da Anova (two-way) medidas repetidas detectou efeito de interação (F= 4,87; p = 0,038; ES = 0,56) efeito na análise intragrupo (*F*= 26,76; p= 0,000; ES=1). Os contrastes planejados detectaram que as diferenças intragrupo ocorreram nos momentos **BL 01 x BL 30** (*F*= 57,15; p=0,000; ES=1), **BL 30 x RET** (*F*= 5,01; p= 0,036; ES = 0,57) e **RET x TR** (*F*= 21,82; p= 0,000; ES = 0,99).

Houve efeito na análise intergrupo nos momentos **BL 01** (*F* = 11,22; p= 0,003; ES= 0,89), **BL 30** (*F*= 24,55; p= 0,000; ES= 0,99), **RET** (*F*= 14,55; p= 0,001; ES= 0,95), **TR** (*F*= 10,14; p= 0,004; ES= 0,85). Pode-se verificar no gráfico representado na Figura 8, a média do desempenho de ambos os grupos nos momentos analisados.

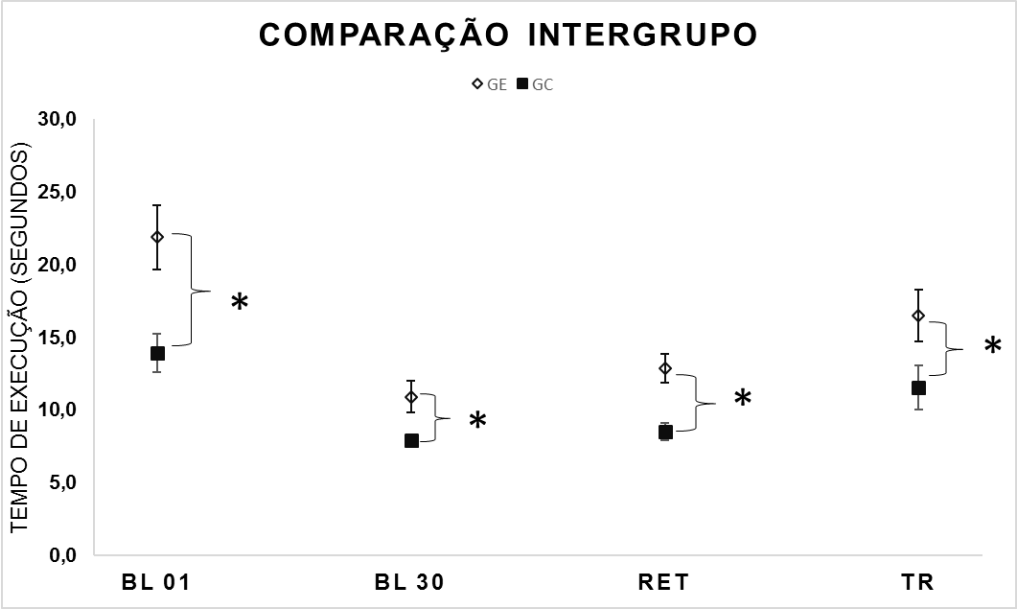


Figura 8 - Gráfico representando a média do tempo de execução dos sujeitos do GC e GE nos momentos das medidas. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle, (*) diferença intergrupo **significante.**

7.2.3 - Síntese dos resultados

Para simplificação dos resultados segue abaixo duas tabelas com os principais achados para cada variável dependente.

Tabela 2 - Síntese dos resultados da variável dependente tempo de execução

VARIÁVEL TEMPO DE EXECUÇÃO	
DIFERENÇA SIGNIFICANTE	**MOMENTO**
Análise Intragrupo	BL 01 x BL 30
	BL 30 x RET
	RET x TR
Análise Intergrupo	PRE
	POS
	RET
	TR
GC < GE (BL 01, BL 30, RET, TR)	

Tabela 3 - Síntese dos resultados da variável dependente número de pontos

VARIÁVEL NÚMERO DE PONTOS	
DIFERENÇA SIGNIFICANTE	**MOMENTO**
Análise Intragrupo	BL30 x POS
	RET x TR
GC, GE (+) POS GC, GE (-) TR	

8 – DISCUSSÃO (Experimento 1)

Este estudo teve como objetivo verificar os efeitos da aprendizagem de uma tarefa de baixa complexidade em sujeitos pós–AVC, com um delineamento clássico de aprendizagem.

Os achados principais são: ambos os grupos melhoram o desempenho com relação a pontuação, sendo que esta mudança também foi refletida através da diminuição do tempo de execução. Assim, os sujeitos pós-AVC são capazes de aprender tarefas de baixa complexidade, sendo que os grupos se diferem em todas as medidas relativas ao tempo em todos os momentos: BL01, BL30, RET e TR.

Comparando os resultados com outros achados da literatura os sujeitos pós–AVC conseguem aprender novas tarefas (BOYD; WINSTEIN, 2003; VAN VLIET; WULF, 2006) de forma divergente ao ocorrido no estudo de Haaland, Harrington & Yeo (1987) em que não conseguiram melhorar o desempenho em uma tarefa de baixa complexidade. Tais resultados podem ser generalizados para indivíduos com lesão caracterizada como leve e moderada na escala Orpington, já que sujeitos com lesões graves não aprendem novas tarefas (BOYD et al., 2007; DE BRUIJN et al., 2014; POHL et al., 2006).

Além disto, as lesões cognitivas sofridas por estes sujeitos que compuseram a amostra, caracterizada pelas pontuações na MoCA e Teste de Trilhas, não exerceram um impacto que pudesse ser refletido em uma tarefa de baixa complexidade.

Somente dois estudos utilizaram tarefas com demanda de controle postural para investigar a complexidade na tarefa (BONUZZI et al., 2016; IOFFE et al., 2010) usando como variável dependente o número de pontos. Entretanto, nos achados de Bonuzzi et al (2016) os sujeitos do grupo experimental apesar de manterem a pontuação no pós-teste e na retenção, caracterizando aprendizagem, os valores obtidos são diferentes do grupo controle nos dois momentos, o que não ocorreu com os achados do presente estudo.

Já no estudo de Ioffe et al (2010), os autores não realizaram testes de aprendizagem, e o desempenho na tarefa com relação a pontuação caiu com o passar das tentativas.

As diferenças entre os grupos no tempo de execução da tarefa podem ter sido provocadas por alterações causadas pela lesão, como alterações relativas a seletividade do movimento ou recrutamento de sinergias musculares, o que dificultaria a realização de movimentos corporais mais rápidos.

O tempo de execução, medida similar ao tempo de movimento, para o estudo de Harrington & Haaland (1991) na tarefa de baixa complexidade foi significativamente diferente no GE comparado ao GC, corroborando com os resultados do presente estudo e reforçando a ideia que apesar do tempo de execução ser diferente entre os sujeitos dos dois grupos isso não afeta a melhora do desempenho, nem tão pouco a aprendizagem de tarefas de baixa complexidade (POHL; WINSTEIN, 1999).

Em relação à capacidade cognitiva os achados do presente estudo suportam a ideia de que os sujeitos do GE conseguem, mesmo com lesões cognitivas (ilustradas no quadro de caracterização), aprender tal tarefa sem se diferenciar dos sujeitos saudáveis.

Entretanto, a diminuição da pontuação na TR reflete que, talvez, os sujeitos não tenham se adaptado a esta mudança tão específica nos parâmetros da tarefa. Esta

afirmação é suportada pelos achados de Dancause, Ptito & Levin (2002) que relatam que a presença de problemas cognitivos de qualquer magnitude afetam a adaptação a novos movimentos, comprometendo o planejamento motor, integração, armazenamento e utilizações de informações para início de movimentos subsequentes.

Este fato, pode levar a pensar que talvez, se fosse adicionado um bloco de prática após o teste de TR, poderia haver alguma diferença aos dados, já que os sujeitos do grupo controle se comportaram da mesma forma. Com essa observação seria possível inferir se mesmo após este impacto inicial da mudança na tarefa de transferência os sujeitos poderiam se recuperar mais rapidamente. Este fenômeno foi caracterizado como *savings* (SEIDLER; NOLL, 2008).

Dúvidas ainda surgem sobre a aprendizagem desta mesma população em uma tarefa de alta complexidade comparados a sujeitos saudáveis. Será que as limitações relativas ao processamento cognitivo irão impactar a aquisição de uma tarefa de alta complexidade?

Há, ainda, questões remanescentes sobre a ocorrência de *savings* e possíveis diferença entre o lado da lesão que talvez influencie na aprendizagem em uma tarefa de baixa complexidade.

9 - CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, os sujeitos pós-AVC são capazes de aprender uma tarefa de baixa complexidade de forma similar comparados a sujeitos saudáveis.

10 - EXPERIMENTO 2

10.1 – Objetivos Específicos

1. Verificar o desempenho de sujeitos pós–AVC em uma tarefa de alta complexidade e compará-lo com sujeitos saudáveis pareados por idade.
2. Verificar se há aprendizagem de sujeitos pós–AVC em uma tarefa de alta complexidade.
3. Investigar o impacto do comprometimento cognitivo na aprendizagem de uma habilidade de alta complexidade.

10.2 – Hipóteses

1. Espera-se que o desempenho de sujeitos pós–AVC em uma tarefa de alta complexidade seja inferior aos sujeitos saudáveis.
2. Espera-se que os sujeitos pós–AVC não sejam capazes de aprender uma tarefa de alta complexidade.
3. Indivíduos com maior comprometimento cognitivo não serão capazes de aprender uma habilidade de alta complexidade.

11 – MÉTODO

Com relação aos procedimentos éticos, local de estudo, casuística e os requisitos da tarefa relativos a: feedback e pontuação foram os mesmos adotados no experimento 1.

A tarefa realizada foi a mesma adotada no experimento 1, no entanto, a quantidade de cestos foi alterada para 6, conforme ilustração abaixo. A sequência realizada foi de 4 toques, ou seja, direcionar o CoP para 4 cestos.

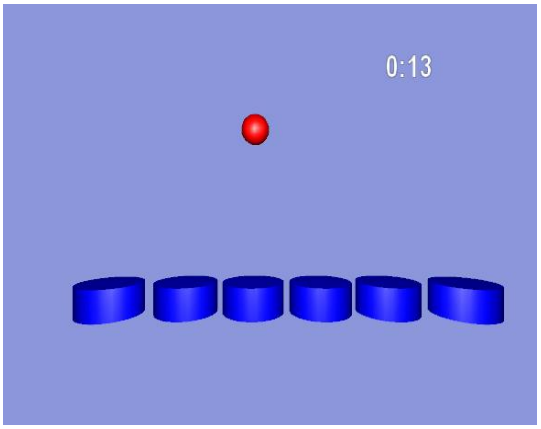


Figura 9 - Tarefa de Alta Complexidade

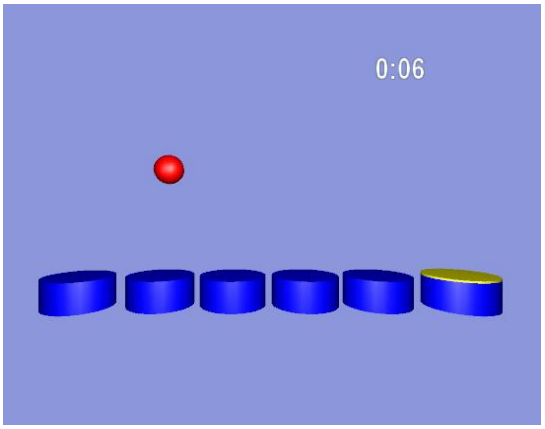


Figura 10 - Ilustração da sequência de alta complexidade

O teste de transferência teve a mesma alteração do experimento 1 na forma de controlar os objetos (compatibilidade inversa).

Segue abaixo um esquema com as etapas da tarefa.

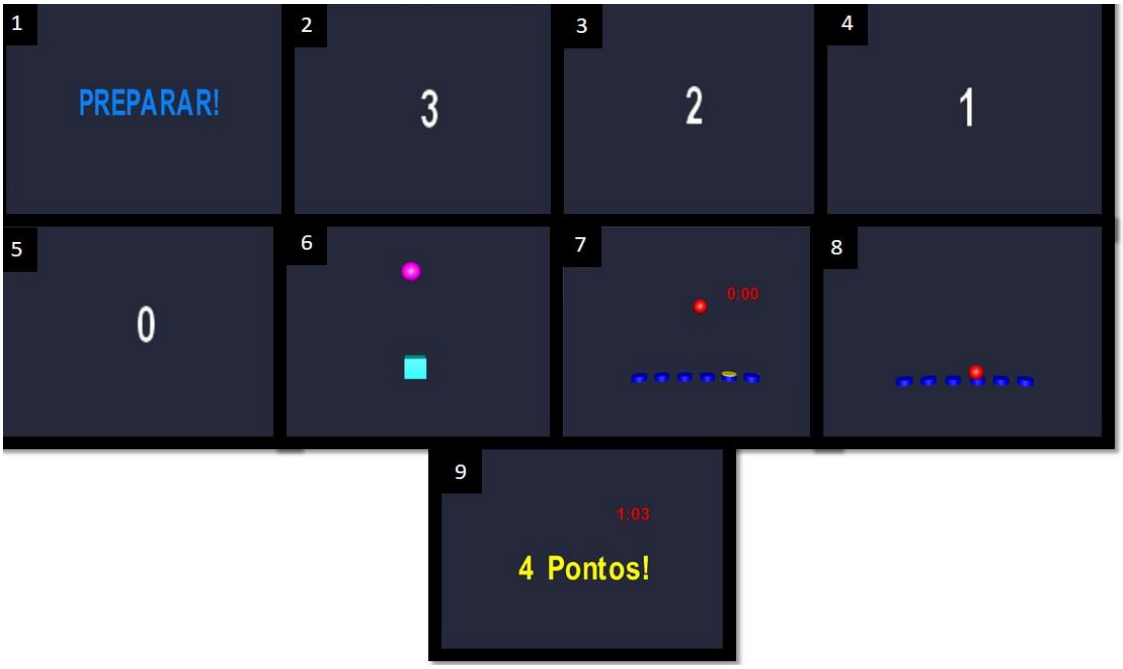


Figura 11 - Etapas da Tarefa de Alta Complexidade

11.1 – Instrução

Foi dada a seguinte instrução aos sujeitos:

"Aparecerão dois objetos na tela, um objeto na cor azul que você irá mover deslocando seu peso, e outro de cor lilás o qual você deverá direcionar até o objeto azul. Quando os dois objetos encostarem irá aparecer uma bola vermelha e 6 cestos azuis. Logo após, irão aparecer quatro brilhos em cestos diferentes. Você deverá direcionar a bola vermelha aos quatro cestos, na ordem em que aparecerem os brilhos. Atenção para a sequência e faça isso o mais rápido possível.

11.2 – Tarefa

11.2.1 – Nível de complexidade

De acordo com a caracterização de Billing (1980), o nível de complexidade nesta tarefa ocorre, predominantemente, na complexidade perceptual, especificamente nos itens:

1. Número de estímulos a serem atendidos: necessário que o sujeito atenda a 4 (quatro) estímulos visuais que informarão a sequência a ser realizada.

2. Número de estímulos presentes: o sujeito observa 1 objeto, e 6 opções de direcionamento para atingir a meta da tarefa.

3. Estímulos conflitantes: O estímulo luminoso que determina a sequência a ser realizada ocorre com um intervalo pequeno, fazendo com que a sequência seja pouco intuitiva.

O nível de complexidade se dá com menor ênfase nos âmbitos da tomada de decisão e na complexidade no ato motor respectivamente nos itens:

1. Número de decisões necessárias: Através das opções dadas pelo número de cestos para poder atingir a meta.

2. Velocidade da ação motora requerida: A instrução para realização da tarefa o mais rápido possível.

11.3 – Delineamento

O delineamento foi estruturado nas mesmas etapas que o experimento 1 e encontra-se ilustrado na Figura 5.

11.3.1 – Variáveis

As variáveis dependentes são as mesmas do experimento 1 (Pontuação e tempo de execução). As variáveis independentes foram:

1. Alta complexidade: condição considerada com maior demanda cognitiva e com um número alto de elementos em sua composição;

2. Presença de lesão: condição em que o SNC apresenta algum déficit ocasionado por lesão do mesmo;

11.3.2 – Análise Estatística

Para tratamento matemático e análise estatística dos dados utilizou-se o programa: IBM SPSS Statistics 22. O nível de significância adotado foi de 5% para as análises inferenciais.

Inicialmente, foi conduzido um teste T para amostras independentes entre os grupos experimentais de ambos os experimentos para dar maior validade interna e poder de generalização ao estudo.

Para a análise inferencial, os dados foram analisados inicialmente pelo teste de Shapiro Wilk e Levene para verificar a normalidade e homogeneidade das variáveis dependentes, e estes testes asseguraram a condução da análise paramétrica.

Os efeitos da presença da lesão e da manipulação da complexidade da tarefa foram analisados confrontando os dados das 5 primeiras tentativas (BL 01), as 5 últimas tentativas (BL 30), as 5 tentativas da retenção (RET) e as 5 tentativas da transferência (TR) de ambos os grupos (GE e GC) em uma Anova (two-way) de medidas repetidas (2 grupos x 4 momentos).

Como pressupostos da Anova de medidas repetidas foi aplicado o teste de Mauchly para verificação da hipótese de esfericidade dos dados. O teste de Mauchly indicou que a hipótese de esfericidade não foi violada, portanto, os graus de liberdade não precisaram ser corrigidos.

Foram aplicados contrastes planejados para verificar diferenças e possíveis interações entre os momentos. Os cruzamentos utilizados foram BL 01 x BL 30, BL 30 x RET e RET x TR buscando diferenças nestes momentos entre os grupos (GE x GC). O poder do teste foi analisado em todas as comparações.

Foi realizado um teste de correlação de Pearson entre as variáveis de desfecho do estudo (pontuação e tempo de execução) nos momentos BL 01, BL30, RET e TR. Foi realizada uma análise descritiva com a média da pontuação de um sujeito com déficit cognitivo classificado pela MoCA abaixo de 21 pontos (SARMENTO, 2009), outro sujeito sem déficit cognitivo, acima de 21 pontos na mesma escala. Além disso, foi realizada uma análise descritiva com a média da pontuação de um sujeito com déficit cognitivo classificado pelo Teste das Trilhas com tempo acima de 120 segundos (LEZAK et al., 2012) e outro sujeito sem déficit cognitivo, abaixo de 120 segundos na mesma escala.

Adicionalmente, foi realizada uma análise sobre o aproveitamento dos pontos obtido pelos sujeitos com base nos resultados da soma da pontuação no bloco convertida em porcentagem.

12 – RESULTADOS

Os resultados são apresentados na seguinte ordem: inicialmente os resultados sobre a caracterização do GE e, posteriormente, a análise inferencial com os achados do experimento. As variáveis dependentes adotadas foram: Pontuação (variável principal), tempo de execução.

12.1 - Caracterização da amostra

Para relatar com detalhes a população recrutada em ambos experimentos e permitir uma discussão comparativa, ambos os grupos foram comparados e os dados se encontram na Tabela 4. Pode-se verificar nessa tabela, a comparação entre baixa e alta complexidade em relação as medidas de caracterização utilizadas neste estudo. O teste T não identificou diferença significante entre os grupos para nenhuma das medidas de caracterização apontando assim, homogeneidade entre os déficits motores e cognitivos ocorridos em função do AVC, assim como outras características como idade e tempo de lesão.

Tabela 4 - Comparação entre os grupos experimentais de baixa complexidade e alta complexidade.

	Tipo (lesão)	Tempo (meses)	Idade (anos)	Lado (lesão)	Gênero	BERG	MoCA	Fugl-Meyer	MEEM	Orpington (classif.)	TT- A (seg)	TT-B (seg)
BC	H	33	56	D	M	48	20	124	23	M	83	273
BC	I	84	32	D	F	47	27	125	29	L	43	72
BC	H	156	56	D	M	48	21	143	28	M	147	209
BC	I	24	63	D	M	54	27	185	28	L	60	144
BC	I	41	54	D	M	53	30	194	29	L	89	202
BC	H	144	83	D	M	50	19	127	24	L	199	257
BC	I	48	87	E	M	50	20	197	29	L	60	124
BC	I	336	46	E	M	48	30	185	29	L	62	126
BC	H	56	51	E	M	50	29	112	29	L	36	151
BC	I	216	51	E	M	50	8	123	24	L	92	202
BC	I	132	67	E	F	50	20	196	27	M	91	203
BC	I	36	79	E	F	54	20	145	23	L	57	121
Média	**-**	**108,8**	**59**	**-**	**-**	**50,2**	**22**	**154,7**	**27,4**	**-**	85	174
DP	**-**	**89,9**	**11,8**	**-**	**-**	**2,4**	**6**	**33,7**	**2,6**	**-**	46	60
AC	I	79	37	D	F	50	25	115	29	L	43	81
AC	I	23	26	D	F	55	29	218	29	L	33	69
AC	I	120	68	D	F	44	25	162	26	M	64	152
AC	I	15	53	D	M	41	24	110	23	M	66	140
AC	H	96	61	D	F	46	28	126	27	L	30	57
AC	I	15	42	D	F	56	26	195	30	M	59	67
AC	H	48	27	E	F	55	17	108	23	M	79	257
AC	I	252	73	E	M	42	13	86	27	M	134	241
AC	I	60	60	E	F	54	24	137	27	L	77	142
AC	I	12	69	E	M	53	21	217	30	L	59	88
AC	I	10	57	E	F	55	26	136	28	M	49	136
AC	I	120	73	E	F	50	22	209	23	L	127	200
Média	**-**	**70,8**	**53,4**	**-**	**-**	**50**	**23,3**	**151,6**	**26,8**	**-**	68	136
DP	**-**	**67,5**	**16,9**	**-**	**-**	**5,5**	**4,6**	**47,1**	**2,6**	**-**	33	68
Valor-p	**-**	**0,26**	**0,33**	**-**	**-**	**0,96**	**0,79**	**0,88**	**0,68**	**-**	**0,32**	**0,16**

Legenda: BC (baixa complexidade), AC (alta complexidade), DP (desvio padrão), H (hemorrágico), I (isquêmico), Lado da lesão: D (direita), E (esquerda), Gênero: M (Masculino), F (Feminino), BERG (Escala de Berg), MoCA (Montreal Cognitive Assessment), MEEM (Mini Exame de Estado Mental), TT–A (Teste de trilhas – parte A), TMT–B (Teste de trilhas – parte B), seg (segundos).

12.2 - Análise inferencial

12.2.1 - Variável pontuação

O resultado da Anova (two-way) medidas repetidas detectou efeito de interação (F= 7,45; p= 0,000; ES= 0,98). Houve efeito significativo na análise intragrupo (*F*= 42,33; p= 0,000; ES=1).

Os contrastes planejados detectaram que as diferenças intragrupo ocorreram apenas no GC em todos os momentos com: **BL 01 x BL 30** (*F* = 38,40; p=0,000; ES= 1); **BL 30 x RET** (*F* =6,45; p= 0,019; ES = 0,68); **RET x TR** (*F*= 76,02; p= 0,000; ES = 1).

Houve efeito significativo na análise intergrupo nos momentos **BL 30** (*F*= 51,70; p= 0,000; ES= 1), **RET** (*F*= 42; p= 0,000; ES= 1); **TR** (*F*= 54,15; p= 0,000; ES= 1). Pode-se verificar no gráfico representado na Figura 12, a média do desempenho dos grupos nos momentos analisados.

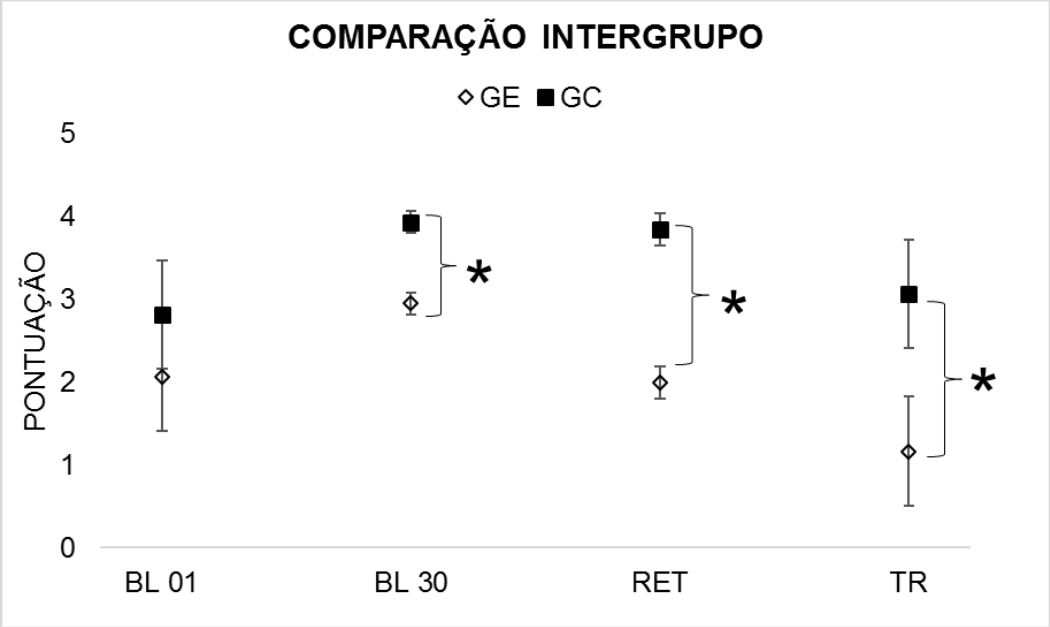


Figura 12 - Gráfico representando a média da pontuação dos sujeitos do GCAC e GEAC nos momentos das medidas. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle, (*) diferença intergrupo significante.

12.2.2 - Variável tempo de execução

O resultado da Anova (two-way) medidas repetidas detectou efeito significativo na análise intragrupo apenas para o GC.

Os contrastes planejados detectaram que as diferenças intragrupo ocorram nos momentos: **BL 01 x BL 30** (*F* =9,28; p=0,006; ES=0,83), foi detectado neste mesmo momento efeito de interação (*F*= 6,25; p = 0,020; ES= 0,67) **BL 30 x RET** (*F* =4,55; p= 0,044; ES = 0,53).

Efeito significativo na análise intergrupo foi encontrado com (*F*= 20,30; p = 0,000; ES= 0,99). As diferenças intergrupo foram: **BL 30** (*F*= 51,79; p= 0,000; ES=1), **RET** (*F*= 11,90; p= 0,002; ES=0,90). Pode-se verificar no gráfico representado na Figura 13, a média do desempenho de ambos os grupos nos momentos analisados.

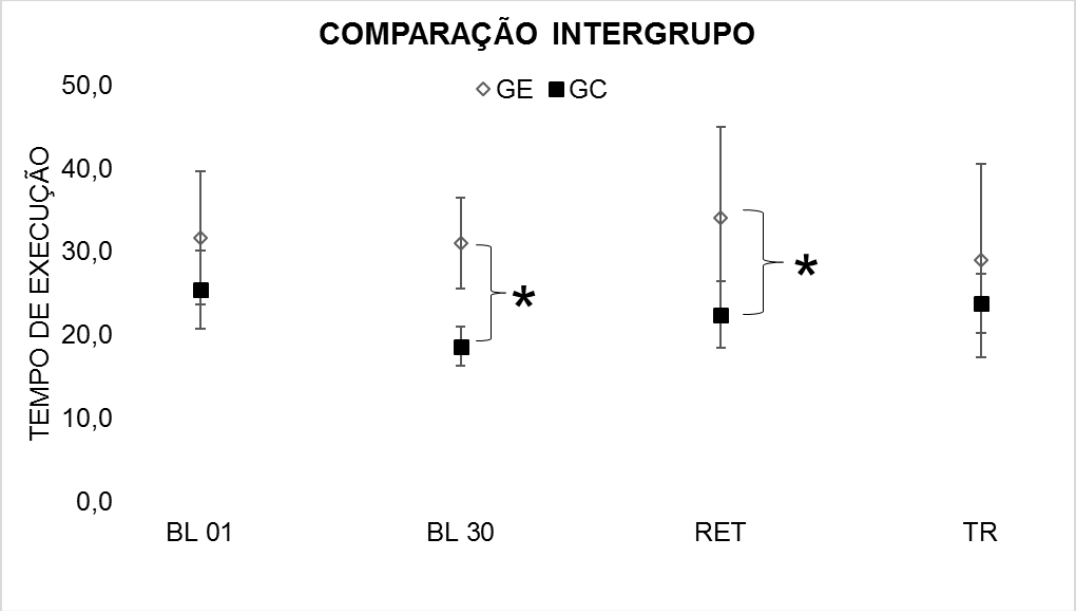


Figura 13 - Gráfico representando a média do tempo de execução dos sujeitos do GC e GE nos momentos das medidas. Legenda: GE: Grupo experimenta, GC: Grupo controle, (*) diferença intergrupo significante.

11.2.3 - Síntese dos resultados

Para simplificação dos resultados segue abaixo duas tabelas com os principais achados para cada variável dependente.

Tabela 5 - Síntese dos resultados da variável dependente tempo de execução.

TEMPO DE EXECUÇÃO	
DIFERENÇA SIGNIFICANTE	**MOMENTO**
Análise Intergrupo	PRE x POS **(GE > GC)**
	POS x RET **(GE > GC)**

Tabela 6 - Síntese dos resultados da variável dependente número de pontos.

NÚMERO DE PONTOS	
DIFERENÇA SIGNIFICANTE	**MOMENTO**
Análise Intragrupo	PRE x POS
	RET x TR
≠ PRE x POS; RET x TR	
Análise Intergrupo	PRE
	POS
	RET
	TR
GC (+) GE (PRE, POS, RET, TR)	

11.2.4 - Análises complementares

O resultado da correlação de Pearson detectou um relacionamento negativo entre a pontuação e o tempo de execução nos momentos BL01 r = -0,12 indicando um efeito pequeno (p= 0,05); BL 30 r = -0,47 indicando um efeito médio; RET r = -0,55 indicando um efeito grande (p< 0,001) e TR r = -0,08 indicando um efeito pequeno (p> 0,05). Pode-se verificar no gráfico representado na Figura 14 a correlação entre as variáveis.

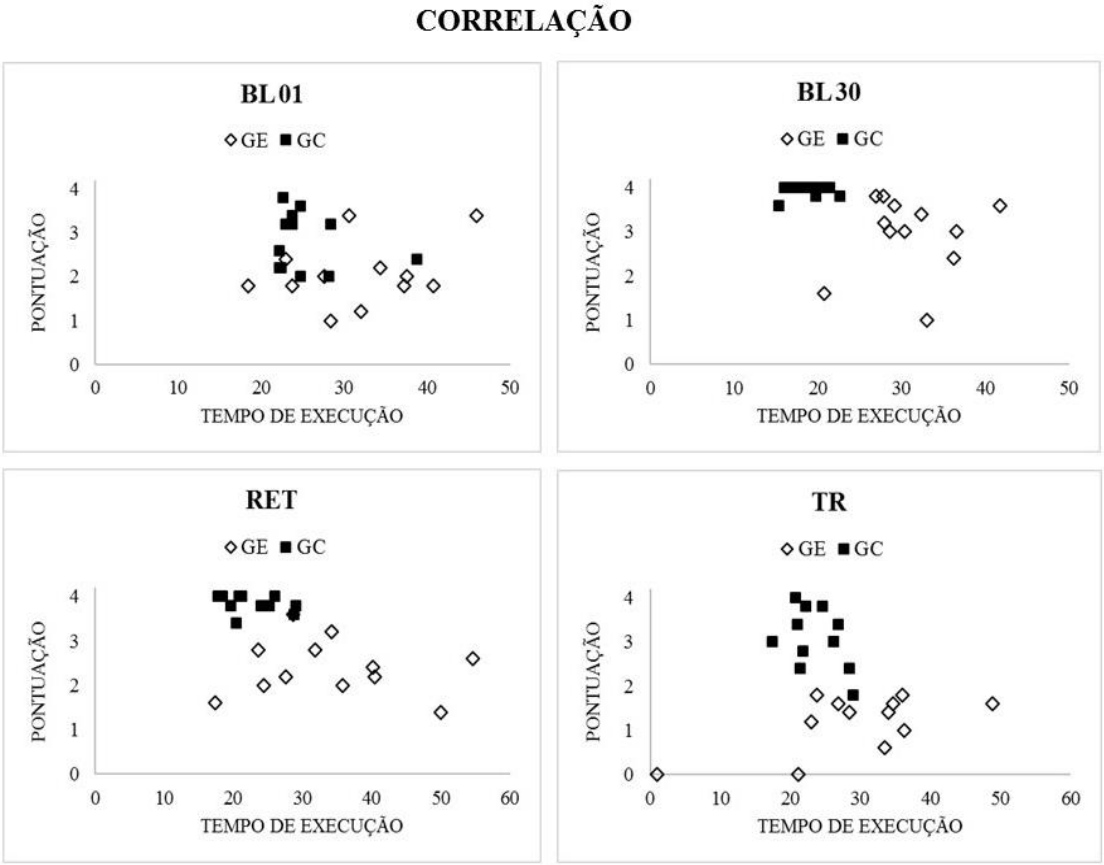


Figura 14 - Correlação entre pontuação e tempo de execução dos sujeitos do GC e GE nos momentos das medidas. Legenda: GE: Grupo experimental, GC: Grupo controle.

Comparação através da análise descritiva da média da pontuação dos sujeitos com e sem déficit cognitivo, através da pontuação na MoCA (Figura 15).

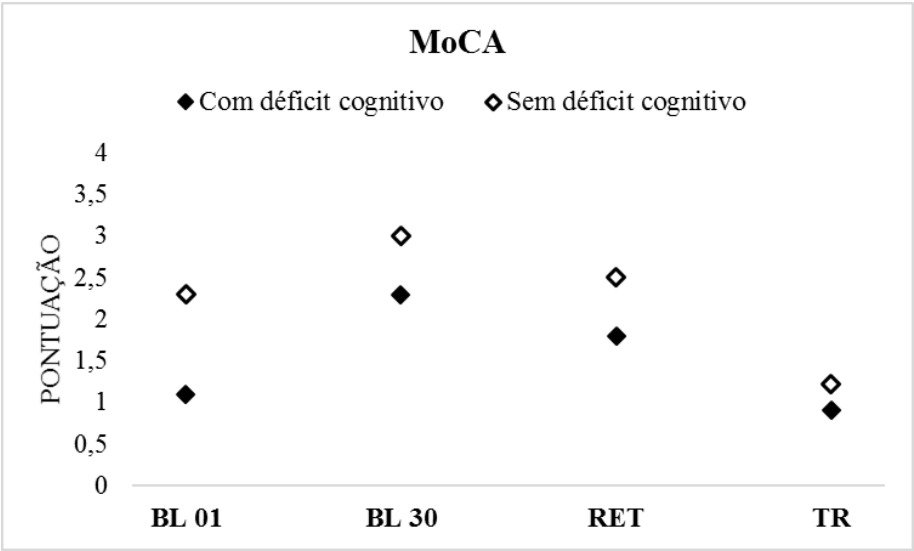


Figura 15 - Gráfico representando a média da pontuação dos sujeitos na tarefa nos momentos das medidas. Legenda: BL 01 (primeiro bloco da aquisição), BL 30 (último bloco da aquisição), RET (retenção), TR (transferência).

A seguir, apresenta-se uma comparação, através da análise descritiva da média da pontuação na tarefa dos sujeitos com e sem déficit cognitivo, por meio do desempenho em segundos no Teste das Trilhas parte B (Figura 16).

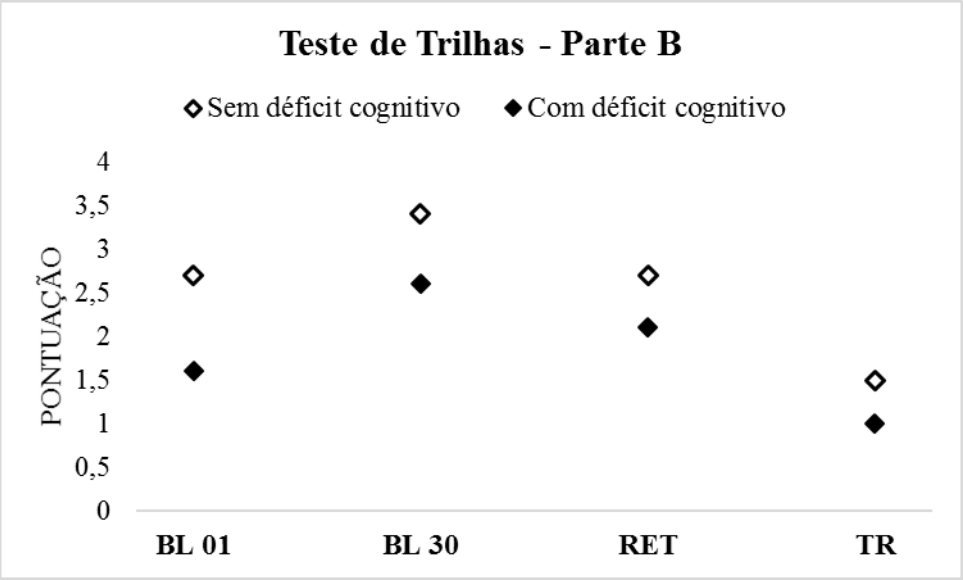


Figura 16 - Gráfico representando a média da pontuação dos sujeitos nos momentos das medidas. Legenda: BL 01 (primeiro bloco da aquisição), BL 30 (último bloco da aquisição), RET (retenção), TR (transferência).

A análise do aproveitamento dos pontos para ambos os grupos permite quantificar a porcentagem dos pontos obtidos pelos sujeitos nos momentos de teste para ambos os grupos (Tabela 4).

Tabela 7- Aproveitamento dos pontos obtidos para ambos os grupos

Bloco	**GE**	**GC**
BL 01	52%	70%
BL 30	72%	100%
RET	60%	95%
TR	29%	75%

Legenda: BL 01 (primeiro bloco da aquisição), BL 30 (último bloco da aquisição), RET (retenção), TR (transferência).

13 – DISCUSSÃO (Experimento 2)

Este estudo teve como objetivo verificar os efeitos da aprendizagem de uma tarefa de alta complexidade em sujeitos pós–AVC, em um delineamento clássico de aprendizagem.

Os achados principais indicam que: ambos os grupos melhoram a pontuação, no entanto, nos testes de aprendizagem a pontuação do GE reduz consideravelmente, o que permite afirmar que os sujeitos pós–AVC não aprenderam esta tarefa.

Ao comparar os resultados do presente estudo com a literatura, no estudo de Haaland, Harrington & Yeo (1987) os sujeitos foram capazes de aprender tarefas complexas mais do que tarefas com baixa complexidade, o que no presente estudo não aconteceu. No entanto, vale lembrar que o aumento da complexidade no estudo de Haaland, Harrington & Yeo (1987) se deu somente no domínio motor, ligado a precisão do movimento, ao passo que, no presente estudo o aumento da complexidade ocorreu em três domínios de predomínio cognitivo. O aumento da complexidade nestes domínios, de certa forma, parece ter sido crucial para a diferença obtida nos resultados.

Entretanto, não se pode deixar de lembrar que, estes autores inferiram sobre a aprendizagem sem a execução de testes e os grupos foram compostos pelos mesmos sujeitos nas duas complexidades, o que faz com que os sujeitos utilizem substratos aprendidos na primeira tarefa para a segunda, fato que não ocorreu no presente estudo.

O impacto sofrido pelo grupo experimental nos testes de aprendizagem pode ter sido causado pela sobrecarga na memória de trabalho somada a complexidade natural da tarefa, em função da necessidade de gerenciamento concomitante entre o controle do tempo, a nova forma de direcionamento dos objetos e memorização dos alvos corretos, causando, assim, um "*overload"* na memória.

O planejamento e o sequenciamento de ações motoras complexas afetado também pode justificar um desempenho ruim nos testes de aprendizagem, gerando um impacto na capacidade do indivíduo de resolver problemas e organizar as ações.

Outra possível razão pelo qual os sujeitos pós–AVC possam ter sido tão impactados nos testes de aprendizagem é a própria complexidade da tarefa, de modo que o nível do processamento de informações requerido nesta tarefa pode ter sido afetado pelo próprio AVC. Bonuzzi et al. (2016) destacam a dificuldade destes sujeitos em manter-se sob o nível mais complexo na tarefa, similar ao do presente estudo, e estes autores chamaram

atenção para o possível comprometimento do processamento necessário para manter o bom desempenho em níveis superiores de complexidade. Também salientam que talvez a parte íntegra do encéfalo destes sujeitos não seja suficiente para um processamento tão complexo.

Com o intuito de observar qual estratégia seria adotada pelos sujeitos e qual seria a prioridade a ser estabelecida, a instrução do presente estudo enfatizava que a sequência apresentada teria que ser executada de forma correta o mais rápido possível. Os dados na correlação entre pontuação e tempo de execução mostraram que, para os sujeitos pós-AVC, a prioridade foi para a aquisição dos pontos, em detrimento do tempo, ao passo que, para os sujeitos sem lesão conquistar a pontuação total em menor tempo foi possível. Estes dados, mais uma vez, apontam na direção de que o esforço cognitivo realizado pelos sujeitos pós-AVC era tal que impediu o encadeamento de um objetivo concomitante.

Entretanto, quais as razões fizeram com que estes sujeitos não aprendessem? Os dados do presente estudo informam que, tempo de prática possivelmente não foi pois, a população saudável (referência para a amostra, já que foi pareada em idade) aprendeu a tarefa com a mesma quantidade de prática. Assim, é possível que os comprometimentos causados pelo AVC no sistema cognitivo podem ter afetado a aprendizagem.

As análises complementares sobre o desempenho dos sujeitos com e sem déficit cognitivo na MoCA indicam que, possivelmente, alguns domínios avaliados por esta escala, e que estavam impactados, possam ter afetado o desempenho nesta tarefa. Exemplos disso podem ser o domínio das funções executivas, não só através da MoCA, mas como no Teste das Trilhas através do sequenciamento de ações, simples e complexas. Este tipo de capacidade era de suma importância para a realização da tarefa proposta, e um comprometimento deste nível implicaria, possivelmente, em dificuldades relacionadas a aprendizagem de habilidades.

Sob a ótica do território lesado nestes sujeitos pode-se dizer que poderia haver comprometimento nos substratos neurais exigidos para aquisição de habilidades motoras complexas (LEW et al., 2008), além do comprometimento de estratégias cognitivas de sequenciamento de ações (HERD et al., 2013). Além desses prejuízos são somados déficits na memória que podem explicar os prejuízos no desempenho em uma tarefa que depende da memorização dos alvos corretos a serem acertados. Portanto, é compreensível que os sujeitos pós–AVC não aprendam tarefas com alta complexidade.

Os achados relativos ao aumento no tempo de execução foram similares ao estudo de Pohl & Winstein (1999) em função do aumento da complexidade da tarefa. Mudança similar acontece com o aumento no tempo de reação e de movimento tão característico nos estudos que avaliam a aprendizagem de tarefas com diferentes complexidades (CHRISTINA et al., 1985; CHRISTINA; ROSE, 1985; HENRY; ROGERS, 1960). Este aumento indica que, talvez, seja preciso um tempo maior para o processamento de informações para a realização de ações complexas.

14 - CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, os sujeitos pós–AVC não foram capazes de aprender uma tarefa de alta complexidade. O comprometimento cognitivo parece ter afetado a aprendizagem dos indivíduos pós-AVC.

15 - DISCUSSÃO GERAL

Os principais achados dessa pesquisa são que na tarefa de baixa complexidade o AVC não impactou a aquisição da habilidade treinada, o que não aconteceu na aprendizagem de uma habilidade de alta complexidade. Cabe ressaltar que mesmo sujeitos com lesões cognitivas reconhecidas pela MoCA, teste de trilhas e mini mental, foram capazes de aprender a tarefa de baixa complexidade.

Assim, questiona-se se os déficits cognitivos causados pelo AVC não impediram a aprendizagem de uma habilidade de baixa complexidade porque a complexidade não exigiu destes sujeitos um processamento elevado a ponto de ser impactado por estas lesões, ou seja, não aumentou a carga da memória de trabalho, ou estas lesões naturalmente não afetaram a aprendizagem deste tipo de habilidade.

Com os sujeitos que apresentavam déficit cognitivo nos domínios avaliados pela MoCA e Teste de trilhas observou-se que a tarefa proposta exigia alguma destas demandas, como memorização, sequenciamento. Mas, será que estes déficits eram insignificantes para a tarefa de baixa complexidade? Da mesma forma, por que estes mesmos déficits também encontrados na amostra do experimento 2 foram tão incapacitantes para a aquisição da habilidade de alta complexidade?

Será que a tarefa de alta complexidade exigia um processamento de informações tão acima do que esta população poderia executar, como relataram Bonuzzi et al., 2016? O *overload* provocado foi tão elevado a ponto de evitar que estes sujeitos aprendessem a tarefa, mesmo com tanto tempo de aquisição? Pode-se especular que, para a aprendizagem desta tarefa de alta complexidade, seria necessário um tempo maior para a aquisição. No entanto, os sujeitos sem lesão pareados por idade foram capazes de aprender a tarefa, o que mostra que o tempo de prática da habilidade foi suficiente para a aprendizagem.

Pode ser que o intervalo de tempo sem a prática da tarefa possa ter feito com que as estratégias necessárias na execução da habilidade possam ter sido "esquecidas" pelos sujeitos pós-AVC e, por isso, eles foram impactados no teste de retenção. A partir da retirada dos efeitos da prática da habilidade os déficits no planejamento e sequenciamento de ações podem ter impedido a ocorrência da aprendizagem.

Além disso, pode ter ocorrido um aumento da complexidade da tarefa nos testes de transferência que fizeram com que os sujeitos pós–AVC se diferenciassem ainda mais dos controle. Isso pode ter ocorrido porque esta mudança pode ter sido muito além do que esta população pode suportar, o que permite questionar se é possível estabelecer um nível ótimo de complexidade ao qual esses indivíduos possam lidar a fim de aprender a habilidade.

16 – CONCLUSÃO GERAL

Pode-se concluir que a capacidade de aprendizagem de habilidades de diferentes complexidades em sujeitos pós-AVC pode ser afetada não só pela própria complexidade, como também pelos déficits cognitivos causados pelo AVC.

17 – LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O estudo apresentou limitações relativas a tarefa como: impossibilidade de ter acesso a sequência executada pelo sujeito, não realização de análise cinemática que poderia dar mais robustez aos dados e detectar possíveis mecanismos compensatórios para a execução da tarefa.

18 - REFERÊNCIAS

ADAMS, J. A. A Closed-Loop Theory of Motor Learning. **Journal of Motor Behavior**, v. 3, n. 2, p. 111–150, 13 jun. 1971.

ANSON, J. G. Memory drum theory: Alternative tests and explanations for the complexity effects on simple reaction time. **Journal of Motor Behavior**, v. 14, n. 3, p. 228–246, 1982.

ATKINSON, R. C.; SHIFFRIN, R. M. Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. **Psychology of Learning and Motivation**, v. 2, p. 89–195, 1968.

BARKER-COLLO, S. et al. Auckland Stroke Outcomes Study. Part 2: Cognition and functional outcomes 5 years poststroke. **Neurology**, v. 75, n. 18, p. 1608–16, 2 nov. 2010.

BILLING, J. An Overview of Task Complexity. **Motor Skills: Theory into Practice**, v. 4, n. 1, p. 18–23, 1980.

BILLINGER, S. A et al. Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. **Stroke; a journal of cerebral circulation**, 20 maio 2014.

BONUZZI, G. M. G. **Aprendizagem de uma tarefa de controle postural de indivíduos pós-acidente vascular encefálico: efeitos da especialização hemisférica**. [s.l.] Universidade de São Paulo - USP, 2014.

BONUZZI, G. M. G. et al. Learning of a postural control task by elderly post-stroke patients. **Motricidade**, v. 12, n. 1, p. 141, 23 jun. 2016.

BOYD, L. A et al. Learning implicitly: effects of task and severity after stroke. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 21, n. 5, p. 444–54, 2007.

BOYD, L. A.; WINSTEIN, C. J. Implicit motor-sequence learning in humans following unilateral stroke: the impact of practice and explicit knowledge. **Neuroscience letters**, v. 298, n. 1, p. 65–9, 26 jan. 2001.

BOYD, L.; WINSTEIN, C. Impact of explicit information on implicit motor-sequence learning following middle cerebral artery stroke. **Physical Therapy**, v. 83, n. 11, p. 976–989, 2003.

BRUCKI, S. M. D. et al. [Suggestions for utilization of the mini-mental state

examination in Brazil]. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 61, n. 3B, p. 777–81, set. 2003.

CAMPOS, F. R. DE F.; JÚNIOR, A. P.; CAMPOS, T. F. Effects of Motor Tasks through Photos and Videos in Patients After Stroke. **Psicologia Reflexão e Crítica**, v. 27, n. 4, p. 740–747, 2012.

CARR, J.; SHEPHERD, R. The changing face of neurological rehabilitation. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 2, p. 147–156, 2006.

CAURAUGH, J. H. Stroke motor recovery: active neuromuscular stimulation and repetitive practice schedules. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 74, n. 11, p. 1562–1566, 1 nov. 2003.

CHRISTINA, R. W. et al. Simple Reaction Time as a Function of Response Complexity: Christina et aI. (1982) Revisited. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 56, n. 4, p. 316–322, 1985.

CHRISTINA, R. W. Concerns and issues in Studying and Assessing Motor Learning. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v. 1, n. 1, p. 19–38, mar. 1997.

CHRISTINA, R. W.; ROSE, D. J. Premotor and Motor Reaction Time As a Function of Response Complexity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 56, n. 4, p. 306–315, 8 dez. 1985.

CIRSTEA, C. M.; PTITO, A.; LEVIN, M. F. Feedback and cognition in arm motor skill reacquisition after stroke. **Stroke; a journal of cerebral circulation**, v. 37, n. 5, p. 1237–42, 1 maio 2006.

CIRSTEA, M. C.; LEVIN, M. F. Improvement of arm movement patterns and endpoint control depends on type of feedback during practice in stroke survivors. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 21, n. 5, p. 398–411, 16 jan. 2007.

CIRSTEA, M. C.; PTITO, A.; LEVIN, M. F. Arm reaching improvements with short-term practice depend on the severity of the motor deficit in stroke. **Experimental brain research**, v. 152, n. 4, p. 476–88, out. 2003.

CROSS, K. D. Role of practice in perceptual-motor learning. **American journal of physical medicine**, v. 46, n. 1, p. 487–510, fev. 1967.

DANCAUSE, N.; PTITO, A.; LEVIN, M. F. Error correction strategies for motor behavior after unilateral brain damage: short-term motor learning processes. **Neuropsychologia**, v. 40, n. 8, p. 1313–23, jan. 2002.

DE BRUIJN, M. A. A. M. et al. Long-Term Cognitive Outcome of Ischaemic

Stroke in Young Adults. **Cerebrovascular Diseases**, v. 37, n. 5, p. 376–381, 2014.

DISORDERS, W. T. F. ON S. AND OTHER C.; ORGANIZATION, W. H. Stroke - 1989 : report of the WHO Task Force on Stroke and Other Cerebrovascular Disorders. **Stroke**, v. 20, n. 10, p. 1407–1431, 1989.

ELLIOTT, R. Executive functions and their disorders. **British medical bulletin**, v. 65, p. 49–59, jan. 2003.

EMANUEL, M.; JARUS, T.; BART, O. Effect of focus of attention and age on motor acquisition, retention, and transfer: a randomized trial. **Physical therapy**, v. 88, n. 2, p. 251–60, 1 fev. 2008.

FAGUNDES, J. S. et al. Sensory evaluation tools stroke described in Portuguese: a systematic review. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 22, n. 4, p. 435–442, 2015.

FEIGIN, V. L. et al. from the Global Burden of Disease Study 2010. v. 383, n. 9913, p. 245–254, 2014.

FERRO, J. M.; MARTINS, I. P.; CAEIRO, L. Behavioral neurology of stroke. In: BRAININ MD PHD, M.; HEISS MD PHD, W.-D. (Eds.). . **Textbook of Stroke Medicine**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 236–254.

FISCHER, E. Factors affecting motor learning. **American Journal of Physical Medicine**, v. 46, n. 1, p. 511–519, 1967.

FISCHMAN, M. G.; CHRISTINA, R. W.; ANSON, J. G. Memory drum theory's C movement: revelations from Franklin Henry. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 79, n. 3, p. 312–8, set. 2008.

FITTS, P. M.; POSNER, M. I. **Human performance.** [s.l.] Oxford, England: Brooks/Cole, 1967.

GAZZANIGA, M. S. **The Cognitive Neurosciences**. Four ed. Massachusetts: Bradford Book, 2009.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MAN, G. R. **Neurociência Cognitiva**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GLYMOUR, M. M. et al. Social ties and cognitive recovery after stroke: does social integration promote cognitive resilience? **Neuroepidemiology**, v. 31, n. 1, p. 10–20, jan. 2008.

GO, A. S. et al. Heart disease and stroke statistics--2014 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 129, n. 3, p. e28–e292, 21 jan. 2014.

HAALAND, K.; HARRINGTON, D. Hemispheric asymmetry of movement.

Current opinion in neurobiology, p. 796–800, 1996.

HAALAND, K. Y.; HARRINGTON, D. L. Limb-sequencing deficits after left but not right hemisphere damage. **Brain Cogn**, v. 24, p. 104–122, 1994.

HAALAND, K. Y.; HARRINGTON, D. L.; YEO, R. The effects of task complexity on motor performance in left and right CVA patients. **Neuropsychologia**, v. 25, n. 5, p. 783–794, 1987.

HAJEK, V. E.; GAGNON, S.; RUDERMAN, J. E. Cognitive and functional assessments of stroke patients: An analysis of their relation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 78, n. 12, p. 1331–1337, dez. 1997.

HALSBAND, U.; LANGE, R. K. Motor learning in man: a review of functional and clinical studies. **Journal of physiology, Paris**, v. 99, n. 4–6, p. 414–24, jun. 2006.

HANLON, R. E. Motor learning following unilateral stroke. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 77, n. 8, p. 811–5, ago. 1996.

HARRINGTON, D. L.; HAALAND, K. Y. Hemispheric specialization for motor sequencing: abnormalities in levels of programming. **Neuropsychologia**, v. 29, n. 2, p. 147–63, jan. 1991.

HEISS, K. A. H. AND W.-D. **Textbook of Stroke Medicine**. Second ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

HELENE, A. F.; XAVIER, G. F. A construção da atenção a partir da memória Building attention from memory. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 25, n. Supl II, p. 12–20, 2003.

HENNERICI, M. G. What are the mechanisms for post-stroke dementia? **The Lancet. Neurology**, v. 8, n. 11, p. 973–5, nov. 2009.

HENRY, F.; ROGERS, D. Increased response latency for complicated movements and a "memory drum" theory of neuromotor reaction. **Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education, Recreation**, v. 31, n. 3, p. 448–458, 1960.

HERD, S. A. et al. Strategic cognitive sequencing: A computational cognitive neuroscience approach. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v. 2013, p. 1–18, 2013.

HUMMEL, F.; KIRSAMMER, R.; GERLOFF, C. Ipsilateral cortical activation during finger sequences of increasing complexity: representation of movement difficulty or memory load? **Clinical Neurophysiology**, v. 114, n. 4, p. 605–613, abr. 2003.

IOFFE, M. E. et al. Supervised learning of postural tasks in patients with poststroke hemiparesis, Parkinson's disease or cerebellar ataxia. **Experimental brain research**, v. 168, n. 3, p. 384–94, jan. 2006.

IOFFE, M. E. et al. Learning postural tasks in hemiparetic patients with lesions of left versus right hemisphere. **Experimental brain research**, v. 201, n. 4, p. 753–61, maio 2010.

JAKABI, C. M.; PALMA, G. C. S. **Processo de aprendizagem de uma habilidade motora em pacientes pós- Acidente Vascular Encefálico**. [s.l.] UniFMU, 2008.

KANTAK, S. S.; WINSTEIN, C. J. Learning-performance distinction and memory processes for motor skills: a focused review and perspective. **Behavioural brain research**, v. 228, n. 1, p. 219–31, 1 mar. 2012.

KASTE, M. **Stroke: Advances in thrombolysisThe Lancet Neurology**, 2013.

KIM, B. R. et al. Effect of Virtual Reality on Cognition in Stroke Patients. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 35, n. 4, p. 450–459, 2011.

KLAPP, S. T. Comments on the classic Henry And Rogers (1960) paper on its 50th anniversary: resolving the issue of simple versus choice reaction time. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 81, n. 1, p. 108–12, mar. 2010.

KLAVORA, P. Information processing in motor skills. In: KLAVORA, P. (Ed.). . **Foudations of Exercise Science studying human movement and health**. 2. ed. Canada: Sport Books Publisher, 2009. p. 415–435.

KLINGBERG, T. **Cogmed Working Memory Training | The Concept of Working Memory**. Disponível em: <http://www.cogmed.com/the-concept-of-working-memory>. Acesso em: 20 set. 2016.

KOOB, G. F.; LE MOAL, M.; THOMPSON, R. F. **Encyclopedia of Behavioral Neuroscience, Three-Volume Set, 1- 3**. 3. ed. Burlington: London Academic Press, 2010.

KRAKAUER, J. W. Functional imaging of motor recovery after stroke: Remaining challenges. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, v. 4, n. 1, p. 42–46, jan. 2004.

LADEWIG, I. A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 3, p. 62–71, 2000.

LAI, S. M.; DUNCAN, P. W.; KEIGHLEY, J. Prediction of functional outcome

after stroke: comparison of the Orpington Prognostic Scale and the NIH Stroke Scale. **Stroke; a journal of cerebral circulation**, v. 29, n. 9, p. 1838–42, set. 1998.

LANGHORNE, P.; BERNHARDT, J.; KWAKKEL, G. Stroke rehabilitation. **Lancet**, v. 377, n. 9778, p. 1693–702, 14 maio 2011.

LANGHORNE, P.; COUPAR, F.; POLLOCK, A. Motor recovery after stroke: a systematic review. **Lancet neurology**, v. 8, n. 8, p. 741–54, 8 ago. 2009.

LEVIN, M. F. et al. **Influence of depression and cognitive deficits on use of feedback for upper limb recovery in chronic stroke**Neurorehabilitation and Neural Repair. **Anais**...Montreal, Quebec, Canada: 1 nov. 2014Disponível em: <http://nnr.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/1545968314556284>

LEW, S. E. et al. Differences in prefrontal and motor structures learning dynamics depend on task complexity: A neural network model. **Neurocomputing**, v. 71, n. 13–15, p. 2782–2793, ago. 2008.

LEZAK, M. D. et al. **Neuropsychological Assessment**. 5. ed. Osford: [s.n.].

LOTUFO, P. A.; BENSENOR, I. J. M. Raca e mortalidade cerebrovascular no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 6, p. 1201–1204, dez. 2013.

LUFT, A. R.; BUITRAGO, M. M. Stages of motor skill learning. **Molecular neurobiology**, v. 32, n. 3, p. 205–216, 2005.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem e controle motor: conceitos e aplicações -**. 8. ed. São Paulo: Phorte Editora, 2011a.

MAGILL, R. A. Quantidade e distribuiçao da prática. In: **Aprendizagem e Controle Motor - Conceitos e Aplicações**. 8. ed. [s.l.] Phorte, 2011b.

MAKI, T. et al. Estudo de Confiabilidade da Aplicaçao da Escala de Fugl-Meyer no Brasil. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 2, p. 177–183, 2006.

MALOUIN, F.; JACKSON, P. L.; RICHARDS, C. L. Towards the integration of mental practice in rehabilitation programs. A critical review. **Frontiers in human neuroscience**, v. 7, n. September, p. 576, 2013.

MARTENIUK, R. G. **Information processing in motor skills**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1976.

MASSA, M. S. et al. On the importance of cognitive profiling: A graphical modelling analysis of domain-specific and domain-general deficits after stroke. **Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior**, v. 71, p. 190–204, out. 2015.

MATHIS, B. C. Motivation and emotion in learning. **American Journal of Physical Medicine**, v. 46, n. 1, p. 468–479, 1967.

MERCIER, L. et al. Impact of Motor, Cognitive, and Perceptual Disorders on Ability to Perform Activities of Daily Living After Stroke. **Stroke**, v. 32, n. 11, p. 2602–2608, 1 nov. 2001.

MILLER, E. L. et al. Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient: A scientific statement from the American heart association. **Stroke**, v. 41, n. 10, p. 2402–2448, 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Epidemiologia do AVC no Brasil**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/saude/2012/04/acidente-vascular-cerebral-avc>. Acesso em: 26 abr. 2016.

MIYAMOTO, S. T. et al. Brazilian version of the Berg balance scale. **Braz J Med Biol Res**, v. 37, n. 9, p. 1411–1421, 2004.

MOZAFFARIAN, D. et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2015 Update: A Report From the American Heart Association. **Circulation**, v. 131, p. 1–295, 17 dez. 2015.

MOZAFFARIAN, D. et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2016 Update. **Circulation**, v. 133, n. 4, p. e38–e360, 26 jan. 2016.

MULDER, T. A Process-Oriented Model of Human Motor Behavior: Toward a Theory-Based Rehabilitation Approach. **Physical Therapy**, v. 71, n. 2, p. 157–164, 1 fev. 1991.

MULDER, T. et al. Sensorimotor adaptability in the elderly and disabled. In: STELMACH, G. E.; HÖMBERG, V. (Eds.). . **Sensorimotor Impairment in the Elderly**. 1. ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 1993. p. 413–426.

MULDER, T.; HULSTYN, W. Sensory feedback therapy and theoretical knowledge of motor control and learning. **American journal of physical medicine**, v. 63, n. 5, p. 226–44, out. 1984.

MULLICK, A. A.; SUBRAMANIAN, S. K.; LEVIN, M. F. Emerging evidence of the association between cognitive deficits and arm motor recovery after stroke: A meta-analysis. **Restorative Neurology and Neuroscience**, v. 33, n. 3, p. 389–403, 2015.

NAYLOR, J. C.; BRIGGS, G. E. Effects of task complexity and task organization on the relative efficiency of part and whole training methods. **Journal of experimental psychology**, v. 65, n. 3, p. 217–224, 1963.

NAYLOR, J. C.; DICKINSON, T. L. Task structure, work structure, and team

performance. **Journal of Applied Psychology**, v. 53, n. 3, Pt.1, p. 167–177, 1969.

NYS, G. M. S. et al. Cognitive disorders in acute stroke: prevalence and clinical determinants. **Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)**, v. 23, n. 5–6, p. 408–16, jan. 2007.

O'SULLIVAN, S. B.; SCHMITZ, T. J. **Fisioterapia: Avaliaçao e Tratamento**. 5. ed. Barueri /SP: Manole, 2010.

PAVÃO, R. Modelos computacionais aplicados à neurociência cognitiva . **Revista da biologia** , v. 5, p. 7–12, dez. 2010.

PAYNE, J. W. Task complexity and contingent processing in decision making: An information search and protocol analysis. **Organizational Behavior and Human Performance**, v. 16, n. 2, p. 366–387, ago. 1976.

PENDLEBURY, S. T.; ROTHWELL, P. M. Prevalence, incidence, and factors associated with pre-stroke and post-stroke dementia: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet. Neurology**, v. 8, n. 11, p. 1006–18, nov. 2009.

PETRIDES, M. Frontal lobes and working memory: evidence from investigations of the effects of cortical excisions in non-human primates. In: BOOLER F; GRAFMAN J (Eds.). . **Handbook of neuropsychology**. New York: Elsevier, 1994. p. 59–82.

POHL, P. et al. Implicit learning of a motor skill after mild and moderate stroke. **Clinical Rehabilitation**, v. 20, n. 3, p. 246–253, 1 mar. 2006.

POHL, P. S.; WINSTEIN, C. J. Practice effects on the less-affected upper extremity after stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 80, n. 6, p. 668–675, jun. 1999.

PRIGATANO, G. P. et al. Neuropsychological rehabilitation after closed head injury in young adults. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 47, n. 5, p. 505–13, maio 1984.

PUH, U. et al. Increased cognitive load during simple and complex motor tasks in acute stage after stroke. **International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology**, v. 63, n. 2, p. 173–80, fev. 2007.

RACE, E. A. RACE et al. The Dynamic Interplay between Cognitive Control and Memory. In: **The Cognitives Neurosciences**. Four ed. Massachusetts: Bradford Book, 2009. p. 705–724.

SAPOSNIK, G. et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. **Stroke; a**

journal of cerebral circulation, v. 41, n. 7, p. 1477–84, jul. 2010.

SARMENTO, A. L. R. [UNIFESP]. **Apresentação e aplicabilidade da versão brasileira da MoCA (Montreal Cognitive Assessment)para rastreio de Comprometimento Cognitivo Leve**. São Paulo, Brasil: Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), 2009.

SAVVA, G. M.; STEPHAN, B. C. M. Epidemiological studies of the effect of stroke on incident dementia: A systematic review. **Stroke**, v. 41, n. 1, p. 0–5, 2010.

SCALZO, P. L. et al. Qualidade de vida em pacientes com acidente vascular cerebral: Clínica de fisioterapia Puc Minas Betim. **Revista Neurociencias**, v. 18, n. 2, p. 139–144, 2010.

SCHAEFER, S. Y.; HAALAND, K. Y.; SAINBURG, R. L. Ipsilesional motor deficits following stroke reflect hemispheric specializations for movement control. **Brain : a journal of neurology**, v. 130, n. Pt 8, p. 2146–58, ago. 2007.

SCHIMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. Estruturando a experiência de aprendizagem. In: **Aprendizagem e Performance Motora: Uma Abordagem da Aprendizagem Baseada na Situaçao**. 4. ed. [s.l.] Arthmed, 2010. p. 461–466.

SCHMIDT, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychological review**, v. 82, n. 4, p. 225–259, 1975.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e Performance Motora: Uma abordagem da aprendizagem baseada no problema**. 2° edição ed. Porto Alegre: [s.n.].

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e Performance Motora**. 2. ed. Porto Alegre: [s.n.].

SCHMIDT, R.; LEE, T. **Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis**. 5. ed. [s.l.] Humam Kinetics, 1999.

SEIDLER, R. D.; NOLL, D. C. Neuroanatomical correlates of motor acquisition and motor transfer. **Journal of neurophysiology**, v. 99, n. 4, p. 1836–45, 1 abr. 2008.

STRAUSS, E.; SHERMAN, E. M. S.; SPREEN, O. **A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, and Commentary**. 3. ed. Oxford: University Press, 2006.

TANI, G. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. **Revista paulista de educação física**, v. 3, p. 55–61, 2000.

TANI, G. O paradigma sistêmico e o estudo do comportamento motor humano. In:

Comportamento Motor - Aprendizagem E Desenvolvimento. Rio dee Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p. 45–57.

TEASELL, R. et al. Clinical Consequences of Stroke. In: TEASELL, R. (Ed.). . **Stroke Rehabilitation Clinician Handbook**. 1. ed. Canada: Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation, 2014. p. 1–29.

TEIXEIRA-SALMELA, L. F. et al. Evidências Científicas de intervencões fisioterapêuticas em pacientes pós-acidente vascular encefálico. In: GARCIA, C. S. N. B.; FACCHINETTI, L. D. (Eds.). . **Associação Brasileira de Fisioterapia Neurofuncional**. 1. ed. Rio de Janeiro: Artmed/Panamericana, 2014. p. 49–86.

TORRIANI-PASIN, C. **Aprendizagem de uma habilidade motora com demanda de planejamento em sujeitos pós Acidente Vascular Encefálico em função do lado da lesão.** São Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo, 2010.

UNTERRAINER, J. M.; OWEN, A. M. Planning and problem solving: From neuropsychology to functional neuroimaging. **Journal of Physiology-Paris**, v. 99, n. 4–6, p. 308–317, 2006.

USTINOVA, K. I. et al. Impairment of learning the voluntary control of posture in patients with cortical lesions of different locations: the cortical mechanisms of pose regulation. **Neuroscience and behavioral physiology**, v. 31, n. 3, p. 259–67, 2001.

VAN VLIET, P. M.; WULF, G. Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence? **Disability and rehabilitation**, v. 28, n. 13–14, p. 831–40, 7 jan. 2006.

WEINSTEIN, G. et al. Cognitive performance after stroke - The Framingham Heart Study. **International Journal of Stroke**, v. 9, n. 9, p. 48–54, out. 2014.

WINSTEIN, C. et al. Infusing Motor Learning Research Into Neurorehabilitation Practice: A Historical Perspective With Case Exemplar From the Accelerated Skill Acquisition Program. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 38, n. 3, p. 190–200, jul. 2014.

WOOD, R. E. Task Complexity: Definition of the Construct. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, n. 37, p. 60–82, 1986.

WULF, G.; SHEA, C. H. Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning. **Psychonomic bulletin & review**, v. 9, n. 2, p. 185–211, 2002.

YAN, J. et al. Cognitive Alterations in Motor Imagery Process after Left

Hemispheric Ischemic Stroke. v. 7, n. 8, 2012.

ZHANG, X. et al. Homonymous hemianopia in stroke. **Journal of neuro-ophthalmology : the official journal of the North American Neuro-Ophthalmology Society**, v. 26, n. 3, p. 180–3, set. 2006.

Apêndice 1 - Parecer Comitê de Ética

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DA UNIVERSIDADE DE SÃO

Plataforma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Os efeitos da complexidade da tarefa na aprendizagem motora de sujeitos pós-Acidente Vascular Cerebral

Pesquisador: Camila Torriani-Pasin

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 48611015.0.0000.5391

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.282.628

Apresentação do Projeto:

Os efeitos da complexidade da tarefa na aprendizagem motora de sujeitos pós-Acidente Vascular Cerebral

Objetivo da Pesquisa:

O projeto visa analisar os efeitos da complexidade da tarefa na aprendizagem motora de sujeitos pós – AVC, com a utilização de equipamento de realidade virtual. Ainda, verificar o desempenho de sujeitos pós - AVC em uma tarefa de alta complexidade comparado a sujeitos saudáveis pareados por idade e gênero e se haverá aprendizagem de sujeitos pós – AVC em uma tarefa de alta complexidade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são mínimos durante a fase experimental de exercícios de equilíbrio, pois o sujeito utilizará um cinto de segurança que impedirá qualquer queda e, caso ocorra um desequilíbrio acentuado o indivíduo será amparado pelo pesquisador, o qual estará ao lado do paciente durante toda a coleta de dados. Não há oferecimento de benefícios diretos para a participação da pesquisa a não ser o fato de conhecer melhor seu controle postural e sua aprendizagem motora após o acidente vascular cerebral.

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-030
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3097 **Fax:** (11)3812-4141 **E-mail:** cep39@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DA UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 1.282.628

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Tendo em vista o fato que o acidente vascular cerebral atinge parcela significativa da população e as consequências da doença são importantes fontes de gasto na saúde pública é importante conhecer se a capacidade de aprendizagem está ou não comprometida nesta população. Assim, torna-se relevante o estudo dos efeitos da manipulação de diferentes níveis de complexidade da tarefa nesta população a fim de observar o desempenho destes indivíduos em tarefas de diferentes complexidades para saber se a capacidade de aprendizagem está ou não comprometida nesta população.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está preenchido adequadamente.

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_569784.pdf	25/08/2015 20:59:35		Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	21/08/2015 09:32:49	Gisele Carla dos Santos Palma	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_consentimento_final.doc	21/08/2015 09:32:21	Gisele Carla dos Santos Palma	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_COMITE_ETICA_final.doc	21/08/2015 09:31:35	Gisele Carla dos Santos Palma	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-030
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3097 **Fax:** (11)3812-4141 **E-mail:** cep39@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Plataforma Brasil

Continuação do Parecer: 1.282.628

SAO PAULO, 15 de Outubro de 2015

Assinado por:
Edilamar Menezes de Oliveira
(Coordenador)

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-030
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3097 **Fax:** (11)3812-4141 **E-mail:** cep39@usp.br

Apêndice 2 - Mini Exame de Estado Mental

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL" (Mini Mental State Exam)						PRONT:
NOME:			SEXO:			TEMPO DE LESÃO:
			IDADE:			DATA DA AVALIAÇÃO:
DIAGNÓSTICO:						AVALIADOR:
"Agora faremos algumas perguntas para saber como está sua memória. Sabemos que, com o tempo, as pessoas vão tendo mais dificuldade para se lembrar das coisas. Não se preocupe com os resultados das questões"						
ORIENTAÇÃO 1 ponto por cada resposta correta	1. Em qual dia estamos?	Dia	Mês	Ano	Dia da semana	Hora
	2. Onde nós estamos?	Estado	Cidade	Bairro	Local	Lugar
MEMÓRIA IMEDIATA	3. Repita as palavras: (1 ponto por cada palavra corretamente repetida na 1ª vez)		Carro ( )	Vaso ( )	Tijolo ( )	
CÁLCULO	4.(1 ponto por cada resposta correta. Se der uma resposta errada, mas depois continuar a subtrair bem e/ou auto-corrigir-se, consideram-se as respostas subsequentes como corretas.		Se de 100 forem tirados 7, quanto resta? E se tirarmos mais 7, quanto resta?			
			(93) ( )	(86) ( )	(79) ( )	(72) ( )
			(65) ( )			
EVOCAÇÃO	5. Veja se consegue dizer as três palavras que pedi há pouco para decorar (1 ponto por cada resposta)		Carro ( )	Vaso ( )	Tijolo ( )	
LINGUAGEM NOMEAÇÃO	6. Como se chama isto? Mostrar os objetos 1 ponto para cada resposta correta		Relógio ( )		Caneta ( )	
REPETIÇÃO	7. Repita o seguinte: " NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ" 1 ponto somente se a repetição for perfeita		( )			
COMANDO	8. Siga uma ordem de três estágios:		"Tome um papel com sua mão direita ( ) "Dobre-o ao meio" ( ) "Ponha-o no chão" ( )			
LEITURA	9. Por favor, faça o que está escrito neste cartão		"FECHE OS OLHOS" ( )			
ESCRITA	10. Escreva uma frase inteira. Deve ter sujeito e verbo e fazer sentido, com começo, meio e fim. (1 ponto)		( )			
HABILIDADE CONSTRUTIVA	11. Copie este desenho		( )			
TOTAL: (Máximo 30 pontos)						

Apêndice 3 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
Comitê de Ética em Pesquisa

Formulário E

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. DADOS DO INDIVÍDUO

Nome completo _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____
Data de nascimento _____
Endereço completo _____
CEP _____
Fone _____
e-mail _____

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo _____
Natureza (grau de parentesco, tutor, curador, etc.) _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____
Data de nascimento _____
Endereço completo _____
CEP _____
Fone _____
e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa
Os efeitos da complexidade da tarefa na aprendizagem motora de sujeitos pós – Acidente Vascular Cerebral.

2. Pesquisador Responsável
Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin

3. Cargo/Função
Docente da Escola de Educação Física e Esporte

4. Avaliação do risco da pesquisa:
☒ RISCO MÍNIMO ☐ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR
(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como conseqüência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa
2 anos

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;

Essas informações serão fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que tem como objetivo entender e analisar os efeitos de diferentes tipos de tarefas (mais fáceis e mais difíceis) sobre a capacidade de

aprendizagem de pessoas com derrame, comparando com pessoas sem esta doença. E visa também observar os efeitos no equilíbrio e na capacidade de raciocínio.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

Você fará um treinamento com um jogo de videogame, sob o auxílio do pesquisador responsável, por 3 (três) dias com duração aproximada de 45 minutos cada dia. Você será avaliado antes do treinamento, por meio de testes de equilíbrio, como: ficar em pé de olhos abertos e fechados, sentar e levantar de uma cadeira e ficar em pé sobre um pé só. E fará uma avaliação no próprio equipamento de realidade virtual, que chamamos de video game, local onde fará o treinamento. Para fazer o treinamento, você deverá na posição em pé, encaixar um objeto virtual dentro de cestas que aparecerão na tela de projeção de forma brilhante. Este encaixe deverá ser feito 50 vezes por dia e 5 vezes na reavaliação.

Para testar se você aprendeu a tarefa no video game, você realizará um teste 4 (quatro) dias após o último dia de treinamento. Por se tratar de uma pesquisa com objetivos vinculados ao equilíbrio, para sua segurança, enquanto você estiver fazendo as atividades dos jogos de video game, em pé em frente a uma tela, você irá usar um cinto de segurança com suspensão no teto, específico para impedir possíveis quedas. No entanto, volto a lembrá-lo que estará sob observação e supervisão do pesquisador responsável todo o tempo da prática do treinamento. O treinamento acontecerá na Escola de Educação Física e Esporte da USP (EEFE/USP), no laboratório de Comportamento Motor.

Desconfortos e riscos esperados;

Essa pesquisa possui riscos mínimos durante a sua realização. Por se tratarem de exercícios de equilíbrio, você poderá sofrer desequilíbrios, mas como explicado anteriormente, utilizará um cinto de segurança que impedirá qualquer queda e será supervisionado pelo pesquisador.

3. Benefícios que poderão ser obtidos;

Não há oferecimento de benefícios diretos para a participação da pesquisa.

4. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Não há procedimentos alternativos neste estudo.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. O(A) senhor(a) terá acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados a esta pesquisa, inclusive para tirar quaisquer eventuais dúvidas;

2. O(A) senhor(a) tem liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência;

3. A pesquisa é confidencial e sigilosa, garantindo a privacidade dos participantes. Assim, o(a) senhor(a) não terá sua imagem ou seu nome publicado em qualquer via de comunicação como revistas, artigos, textos na internet, etc. Seus dados serão tratados sempre de maneira anônima;

4. Se houver qualquer eventual dano à saúde decorrente desta pesquisa, o(a) senhor(a) será encaminhado para atendimento no Hospital Universitário ou no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina, ambos da Universidade de São Paulo;

5. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin, que pode ser encontrada no endereço Avenida Professor Melo Moraes, 65, Bloco D, Laboratório de Comportamento Motor, telefone 3091-8786.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo
Avenida Professor Mello Moraes, 65 – Cidade Universitária – São Paulo – CEP 05508-030

Professora Dra. Camila Torriani-Pasin / camipasin@usp.br
Tel.: (11) 3091-8786

Gisele Carla dos Santos Palma
Tel: (11) 988534051

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, _____/_____/_____

Assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal	Assinatura do pesquisador (carimbo ou nome legível)

Apêndice 4 - Escala de Equilíbrio de Berg

Aluno:Avaliador:Data:

Teste de Equilíbrio de Berg

1. Sentado para postura vertical.
Instruções: Usar uma cadeira com braços. Estando o paciente sentado, pedir para que se levante e fique em pé. Se levantar usando os braços da cadeira, pedir que tente levantar-se sem usar as mãos, se possível.
Pontuação:(4) Capaz de ficar em pé, não usa as mãos e estabilidade e independente.
(3) Capaz de ficar em pé independentemente, usando as mãos.
(2) Capaz de ficar em pé usando as mãos depois de várias tentativas.
(1) Precisa de uma mínima ajuda para ficar em pé ou se estabilizar.
(0) Precisa de uma ajuda moderada ou máxima para ficar em pé.
2. Ficar em pé sem se apoiar.
Instruções: Pedir para o paciente ficar em pé durante 2 minutos, sem se segurar em nenhum apoio externo.
Pontuação: (4) Capaz de ficar em pé com segurança por 2 minutos.
(3) Capaz de ficar em pé por 2 minutos com supervisão.
(2) Capaz de ficar em pé por 30 segundos sem se apoiar.
(1) Precisa de várias tentativas para ficar em pé por 30 segundos sem se apoiar.
(0) Incapaz de ficar em pé por 30 segundos sem ajuda.
SE O INDIVÍDUO CONSEGUIR FICAR EM PÉ POR 2 MINUTOS COM SEGURANÇA, MARCAR A PONTUAÇÃO MÁXIMA NOS EXERCÍCIOS DE FICAR SENTADO SEM APOIO. PROSSEGUIR PARA O ITEM 4.
3. Ficar sentado sem se apoiar, pé no chão.
Instruções: Pedir ao paciente que sente-se com os braços cruzados durante 2 minutos.
Pontuação: (4) Capaz de ficar sentado com segurança por 2 minutos.
(3) Capaz de ficar sentado por 2 minutos com supervisão.
(2) Capaz de ficar sentado por 30 segundos.
(1) Capaz de ficar sentado por 10 segundos.
(0) Incapaz de ficar sentado sem apoiar-se por 10 segundos.
4. Ficar em pé e depois se sentar.
Instruções: Pedir que o paciente se sente.
Pontuação: (4) Senta-se com segurança, com o uso mínimo das mãos.
(3) Controla a descida usando as mãos.
(2) Usa a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida.
(1) Senta-se independentemente, mas com uma descida descontrolada.
(0) Precisa de ajuda para sentar.
5. Transferências.
Instruções: Pedir ao paciente que ande de uma cadeira (usar uma cadeira com braços) para outra (sem braço) e depois voltar.
Pontuação: (4) Consegue transferir-se com segurança, com o uso mínimo das mãos.
(3) Consegue transferir-se com segurança, com necessidade evidente de apoiar-se com as mãos.
(2) Consegue transferir-se com dicas verbais e /ou supervisão.
(1) Precisa de um indivíduo para ajudá-lo.
(0) Precisa de duas pessoas para ajudá-lo, ou de supervisão para sentir-se seguro.
6. Ficar em pé sem apoio, com os olhos fechados.

Aluno:Avaliador:Data:

Instruções: Pedir ao paciente que feche os olhos e que fique imóvel em pé por 10 segundos.
Pontuação: (4) Consegue ficar em pé por 10 segundos com segurança.
(3) Consegue ficar em pé por 10 segundos, com supervisão.
(2) Consegue ficar em pé por 3 segundos.
(1) Incapaz de manter os olhos fechados por 3 segundos, mas fica estável.
(0) Precisa de ajuda para não cair.
7. Fica em pé sem ajuda, com os pés juntos.
Instruções: Pedir que o paciente junte os pés e fique em pé sem se apoiar em nenhum apoio externo.
Pontuação: (4) Capaz de juntar os pés sem ajuda, e ficar em pé por 1 minuto com segurança.
(3) Capaz de juntar os pés sem ajuda, e ficar em pé por I minuto com supervisão.
(2) Capaz de juntar os pés sem ajuda, mas incapaz de manter a posição por 30 segundos.
(I) Precisa de ajuda para chegar à posição, mas consegue ficar em pé por 15 segundos com os pés.
(0) Precisa de ajuda para chegar à posição e é incapaz de mante-la por 15 segundos.
OS ITENS A SEGUIR DEVEM SER EXECUTADOS COM O PACIENTE EM PÉ SEM SE APOIAR.
8. Alongar-se para frente, com o braço esticado.
Instruções: Pedir ao paciente que erga o braço a 90°. Alongue os dedos e estique o corpo para frente o máximo que puder. O examinador deve colocar uma régua nas pontas dos dedos, quando o braço estiver a 90°. Eles não devem tocar a régua quando o paciente inclina o corpo para frente. A medida registrada é a distância que os dedos atingem quando o indivíduo está na posição máxima de inclinação para frente.
Pontuação: (4) Consegue alcançar com confiança mais de 25 cm.
(3) Consegue alcançar com confiança mais de 10 cm.
(2) Consegue alcançar com confiança mais de 5 cm.
(I) Inclina o tronco para frente, mas precisa de supervisão.
(0) Precisa de ajuda para não cair.
9. Pegar objetos do chão.
Instruções: Pedir ao paciente que pegue o sapato/ chinelo colocado na frente dos seus pés.
Pontuação: (4) Consegue pegar o chinelo com segurança e facilidade.
(3) Consegue pegar o chinelo, mas precisa de supervisão.
(2) Incapaz de pegar, mas chega a 2,5 ou 5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio sem apoio/ ajuda.
(I) Incapaz de pegar e precisa de supervisão enquanto tenta.
(0) Incapaz de tentar; precisa de ajuda para não cair.
10. Virar para olhar para trás/sobre os ombros direito e esquerdo.
Instruções: Pedir ao paciente que vire e olhe para trás, sobre o ombro esquerdo. Repetir com o direito.
Pontuação: (4) Olha para trás para ambos os lados e desloca bem o peso do corpo.
(3) Olha para apenas um lado; para o outro, mostra menos deslocamento do peso.
(2) Vira apenas para os lados, mas consegue manter o equilíbrio.
(I) Precisa de ajuda enquanto vira.

Aluno:Avaliador:Data:

(0) Precisa de ajuda para não cair.
11. Girar 360°.
Instruções: Pedir que ao paciente gire, fazendo uma volta completa. Faça uma
pausa. Em seguida, peça para executar outra volta completa na direção oposta. Pontuação: (4) Capaz de girar 360° com segurança, em menos de 4 segundos para cada lado.
(3) Capaz de girar 360° com segurança para um dos lados em menos de 4 segundos.
(2) Capaz de girar 360° com segurança, mas lentamente.
(I) Precisa de supervisão ou dicas verbais.
(0) Precisa de ajuda enquanto gira.
12. Contar o número de vezes em que pisa em uma banqueta.
Instruções: Pedir ao paciente que coloque cada um dos pés alternadamente sobre a banqueta. Pedir que ele continue, até que cada um deles tenha toque a banqueta quatro vezes, formando um total de oito passos.
Pontuação: (4) Capaz de ficar em pé sem apoio e com segurança, e completar oito passos dentro de 20 segundos.
(3) Capaz de ficar em pé sem apoio e completar os oito passos em menos de 20 segundos.
(2) Capaz de completar quatro passos sem ajuda, com supervisão.
(I) Capaz de completar mais de dois passos, mas precisa de ajuda mínima.
(0) Precisa de ajuda para não cair/ incapaz de tentar.
13. Ficar em pé sem apoio, um dos pés à frente.
Instruções: (Demonstrar ao paciente.) Pedir ao paciente que coloque um dos pés diretamente na frente do outro. Se não conseguir colocá-lo diretamente na frente, pedir para que tente dar o passo mais longo que conseguir à frente, de forma que o calcanhar de um dos pés fique na frente dos artelhos do outro.
Pontuação: (4) Capaz de colocar o pé corretamente e sem ajuda e manter a posição por 30 segundos.
(3) Capaz de colocar o pé à frente do outro sem ajuda e manter a posição por 30 segundos.
(2) Capaz de dar um pequeno passo sem ajuda e manter a posição por 30 segundos.
(I) Precisa de ajuda para dar o passo, mas consegue manter a posição por 15 segundos.
(0) Perde o equilíbrio quando dá um passo à frente ou fica em pé.
14. Ficar em pé sobre apenas uma das pernas.
Instruções: Pedir ao paciente que fique em pé sobre apenas uma das pernas, enquanto puder, mas sem apoiar-se em nenhum apoio externo.
Pontuação: (4) Consegue erguer a perna sem ajuda e manter a posição por mais de 10 segundos.
(3) Consegue erguer a perna sem ajuda e manter a posição por 5-10
segundos.
(2) Consegue erguer a perna sem ajuda e manter a posição por mais de 3 segundos.
(I) Tenta erguer a perna; incapaz de manter a posição por 3 segundos, mas continua em pé sem apoio.
(0) Não consegue tentar ou precisa de ajuda para não cair.

Apêndice 5 - Fugl-Meyer

Aluno:Avaliador:Data:

FUGL-MEYER

A - OMBRO/ COTOVELO/ ANTEBRAÇO
I - Atividade Reflexa
a) Bíceps / flexor dedos ( ) // (v)(h) / (v)(h)
b) Tríceps ( ) // (v)(h)
0– nenhuma atividade reflexa presente
2– atividade reflexa presente
Pontuação máxima: 4
II - a) Sinergia Flexora (6 movimentos)
Retração ( )
Elevação ( )
Abdução 90º ( )
Rotação externa de ombro ( )
Flexão de cotovelo ( )
Supinação de antebraço ( )
0– atividade não pode ser realizada
1– atividade pode ser realizada parcialmente
2– atividade é realizada sem erro
b) Sinergia Extensora (4 movimentos)
Adução de ombro / Rotação interna de ombro ( )
Extensão de cotovelo ( )
Pronação de antebraço ( )
0– atividade não pode ser realizada
1– atividade pode ser realizada parcialmente
2– atividade é realizada sem erro
Pontuação máxima: 18
III - a) Mão na lombar ( )
0– tarefa não pode ser realizada completamente
1– tarefa pode ser realizada parcialmente
2– tarefa é realizada completamente
b) Flexão de ombro 0-90º c/ o cotovelo em extensão completa e antebraço entre prono e supino ( )
0 – no início do movimento, o braço abduz ou o cotovelo flexiona
1 – na fase final do movimento, o ombro abduz e/ou flexiona o cotovelo
2 – a tarefa é realizada perfeitamente
c) Pronação - supinação do antebraço c/ o cotovelo à 90º e ombro à 0 ( )
0 – não ocorre posicionamento correto do cotovelo e ombro e/ou pronação e supinação não pode ser realizada completamente
1 – prono-supino pode ser realizada com ADM limitada e ao mesmo tempo o ombro e o cotovelo estão corretamente posicionados
2 – a tarefa é realizada completamente
Pontuação máxima:6
IV - a) Abdução de ombro 0-90º c/ o cotovelo em extensão total e antebraço pronado ( )
0 – ocorre flexão inicial do cotovelo e algum desvio do antebraço pronado
1 – durante o movimento, o cotovelo flexiona ou o antebraço não pode ser mantido na posição prono
2 – a tarefa pode ser realizada sem desvio

Aluno:Avaliador:Data:

b) Flexão de ombro 90° - 180° ( )
0 – no início do movimento, o braço abduz ou o cotovelo flexiona
1 – na fase final do movimento, o ombro abduz e/ou flexiona o cotovelo
2 – a tarefa é realizada completamente
c) Pronação c/ cotovelo à 0° ( )
0 – não ocorre posicionamento correto do cotovelo e ombro e/ou pronação e supinação não pode ser realizada completamente
1 – prono-supino pode ser realizada com ADM limitada e ao mesmo tempo o ombro e o cotovelo estão corretamente posicionados
2 – a tarefa é realizada completamente
Pontuação máxima: 6
V - Atividade Reflexa Normal
Bíceps / Flexor dedos / Tríceps ( )
0– pelo menos 2 dos 3 reflexos estão marcadamente hiperativos
1– 1 reflexo hiperativo ou pelo menos 2 reflexos vivos
2– não mais do que 1 reflexo vivo e nenhum reflexo hiperativo
Somente se o indivíduo tem uma pontuação de 6 pts no estágio IV
Pontuação máxima:2
Pontuação máxima para a parte superior do braço: 36
B - PUNHO
a) Ombro à 0°, cotovelo à 90°, antebraço em prono, punho em extensão de 15° (aplicar resistência) ( )
0 – o pcte não pode estender o punho para a posição desejada
1 – a extensão pode ser realizada, mas sem resistência alguma
2 – a posição pode ser mantida contra alguma resistência
b) Flexão/Ext. de punho c/ombro à 0° e cotovelo à 90° ( )
0 – não ocorre movimento voluntário
1 – o pcte não move ativamente o punho em toda ADM
2 – a tarefa pode ser realizada
c) Ombro fletido e/ou abduzido, cotovelo à 0° e antebraço pronado (aplicar resistência) ( )
0 – não ocorre movimento voluntário
1 – o pcte não move ativamente o punho em toda ADM
2 – a tarefa pode ser realizada
d) Flexão/Extensão de punho c/ombro flex e/ou abd ecotovelo à 0° ( )
0 – não ocorre movimento voluntário
1 – o pcte não move ativamente o punho em toda ADM
2 – a tarefa pode ser realizada
e) Circundução ( )
0 – não ocorre movimento voluntário
1 – o pcte não move ativamente o punho em toda ADM
2 – a tarefa pode ser realizada
Pontuação máxima: 10
C - MÃO
a) Flexão em massa dos dedos ( )
0– nenhuma flexão ocorre
1– alguma, mas sem flexão total dos dedos
2– flexão ativa total (comparado c/o membro não afetado)
b) Extensão em massa dos dedos ( )

Aluno:Avaliador:Data:

0 - nenhuma atividade ocorre
1 – ocorre relaxamento (liberação) da flexão em massa
2 – extensão completa (comparado c/o membro não afetado)
c) Preensão 1 - Extensão das art. MTF dos dígitos II-V e flexão das art. IFP e IFD contra resistência ( )
0 – posição requerida não pode ser realizada
1 – a preensão é fraca
2 – a preensão pode ser mantida contra uma resistência relativamente grande
d) Preensão 2 - Papel interposto entre o polegar e o dedo indicador ( )
0 - a função não pode ser realizada
1 – o papel pode ser mantido no lugar, mas não contra uma leve puxada
2 – um pedaço de papel é segurado firmemente contra uma puxada
e) Preensão 3 - Opor a polpa digital do polegar contra a do dedo indicador com um lápis interposto ( )
0 – a função não pode ser realizada
1 – o lápis pode ser mantido no lugar, mas não contrauma leve puxada
2 – o lápis é segurado firmemente contra uma puxada
f) Preensão 4 - Segurar com firmeza um objeto cilíndrico com a superfície volar do primeiro e segundo dedos contra os
demais ( )
0 – a função não pode ser realizada
1 – o objeto interposto pode ser mantido no lugar, mas não contra uma leve puxada
2 – o objeto é segurado firmemente contra uma puxada
g) Preensão 5 - Segurar com firmeza uma bola de tênis ( )
0 – a função não pode ser realizada
1 – o objeto pode ser mantido no lugar, mas não contra uma leve puxada
2 – o objeto é segurado firmemente contra uma puxada
Pontuação máxima:14
Pontuação total de ombro/cotovelo/antebraço, mão e punho: 60
D – COORDENAÇÃO/VELOCIDADE
Índex-nariz 5 vezes o mais rápido que conseguir
a) Tremor ( )
0– tremor marcante
1– tremor leve
2– sem tremor
b) Dismetria ( )
0 – dismetria pronunciada
1 – dismetria leve
2– sem dismetria
c) Tempo ( )
0– pelo menos < 6 seg. mais devagar no lado afetadodo que no lado não afetado
1 - 2a 5 seg. mais devagar no lado afetado
2- menos do que 2 seg. de diferença
Pontuação máxima: 6
Pontuação total de extremidade superior: 66
E - QUADRIL/JOELHO/TORNOZELO
I - Atividade Reflexa

Aluno:Avaliador:Data:

a) Adutor/Aquiles ( ) // (v)(h) / (v)(h)
b) Patelar ( ) // (v)(h)
0– nenhuma atividade reflexa
2– atividade reflexa pode ser observada em flexorese/ou extensores
Pontuação máxima: 4
II - a) Sinergia Flexora
Em decúbito dorsal, flexionar:
Quadril ( ) Joelho ( ) Tornozelo ( )
0– atividade não pode ser realizada
1– atividade pode ser realizada parcialmente
2– atividade é realizada no decorrer das ADM de cada uma das 3 articulações
b) Sinergia Extensora
Em decúbito dorsal, a partir da sinergia flexora e aplicando uma resistência, pedir a:
Adução do Quadril ( )
Extensão do Quadril ( )
Extensão do Joelho ( )
Flexão Plantar ( )
0– atividade não pode ser realizada
1– pouca força
2– força normal ou perto do normal (comparado c/o membro não afetado)
Pontuação máxima: 14
III – a) Com o Indivíduo sentado e a fossa poplítealivre, pedir a flexão do joelho além de 90° ( )
0– sem movimento ativo
1– partindo da extensão, o joelho pode ser flexionado ativamente não mais do que 90°
2– joelho pode ser flexionado além de 90°
b) Com o indivíduo sentado, pedir a dorsiflexão do tornozelo ( )
0– não pode
1– flexão ativa incompleta
2– dorsiflexão normal (comparado com o membro não afetado)
Pontuação máxima: 4
IV – a) Com o indivíduo em pé, pedir a flexão do joelho além de 90° ( )
0– joelho não pode ser fletido sem que quadril sejafletido simultaneamente
1– joelho não pode ser fletido totalmente à 90° e/ou quadril é fletido durante a realização do movimento
2– joelho pode ser fletido além de 90°
b) Com o indivíduo em pé, pedir a dorsiflexão do tornozelo ( )
Para conseguir 1 ou 2 pts, o movimento ativo da articulação é comparado com o lado não afetado
Pontuação máxima: 4
V – Atividade reflexa Normal
Adutor/ Aquiles / Patelar ( )
0– pelo menos 2 dos 3 reflexos estão marcadamente hiperativos
1– 1 reflexo hiperativo ou pelo menos 2 reflexos vivos
2– não mais do que 1 reflexo vivo e nenhum reflexo hiperativo
Somente se o indivíduo tem uma pontuação de 4 pts no estágio IV
Pontuação máxima: 2

Aluno:Avaliador:Data:

F – COORDENAÇÃO / VELOCIDADE
Indivíduo em decúbito dorsal, realizar deslizamentodo calcanhar no joelho-tíbia 5 vezes em uma sucessão rápida
a) Tremor ( )
0– tremor
1– tremor leve
2– sem tremor
b) Dismetria ( )
0– dismetria pronunciada
1 – dismetria leve
2– sem dismetria
c) Tempo ( )
0– pelo menos < 6 seg. mais devagar no lado no ladoafetado do que no lado não afetado
1– 2 a 5 seg. mais devagar no lado afetado
2– menos do que 2 seg. de diferença
Pontuação máxima: 6
Pontuação total de extremidade inferior: 34
De A até F: 100
G – EQUILÍBRIO
a) Sentado sem apoio ( )
0– pcte não consegue manter a posição sem suporte
1– senta somente por um curto período
2– senta por pelo menos 5 min. Sem nenhum suporte, regulando a postura do corpo em relação à gravidade
b) Reação de proteção no lado não afetado ( )
Indivíduo sentado e vendado é empurrado contra o lado não afetado
0– não realiza abdução do ombro, a extensão do cotovelo para prevenir a queda
1– reação de proteção incompleta
2– reação de proteção normal
c) Reação de proteção no lado afetado ( )
Mesmo ato realizado porém, contra o lado afetado
0– não realiza abdução do ombro, a extensão do cotovelo para prevenir a queda
1– reação de proteção incompleta
2– reação de proteção normal
d) Ficar de pé com apoio ( )
0– não consegue ficar de pé
1– ficar de pé demanda grande ajuda de outras pessoas
2– pode ficar de pé ereto por pelo menos 1 min. Comleve ajuda (ou simbólica) de outra pessoa
e) Ficar de pé sem apoio ( )
0– não pode ficar de pé sem ajuda
1– pode ficar de pé por pelo menos 1 min. Ou fica de pé por mais tempo, mas movendo-se de um lado p/o outro
2– bom equilíbrio em pé, pode manter o equilíbrio por mais de 1 min. sem insegurança
f) Ficar de pé sobe o lado não afetado ( )

Aluno:Avaliador:Data:

0– a posição não pode ser mantida por mais do que alguns segundos
1– pode ficar de pé em uma posição equilibrada entre 4-9 seg
2– pode manter a posição equilibrada por mais de 10seg.
g) Ficar de pé sobre o lado afetado ( )
0– a posição não pode ser mantida por mais do que alguns segundos
1– pode ficar de pé em uma posição equilibrada entre 4-9 seg
2– pode manter a posição equilibrada por mais de 10seg.
Pontuação máxima: 14
H – SENSIBILIDADE
a) Exteroceptiva (Indivíduo em decúbito dorsal vendado)
Braço ( )
Superfície palmar ( )
Coxa ( )
Superfície plantar ( )
0– anestesia
1– hipoestesia/disestesia
2– normoestesia
Pontuação máxima: 8
b) Propriocepção (Indivíduo em decúbito dorsal vendado)
Ombro ( ) Cotovelo ( ) Punho ( ) Polegar ( ) Quadril ( ) Joelho ( ) Tornozelo ( ) Hálux ( )
0– falta da sensação (nenhuma resposta correta)
1– diferença considerável na sensação comparado coma art. Do lado não afetado, mas pelo menos ¾ das respostas corretas
2– todas as respostas corretas, pequena ou nenhuma diferença comparando o membro não afetado c/o afetado
Pontuação máxima: 16
De G até H: 38
J – ADM / DOR
Movimentação passiva da art. comparada com a extremidade não afetada
Ombro
Flexão ( ) / ( )
Abdução 90° ( ) / ( )
Rotação Externa ( ) / ( )
Rotação Interna ( ) / ( )
Cotovelo
Flexão ( ) / ( )
Extensão ( ) / ( )
Antebraço
Pronação ( ) / ( )
Supinação ( ) / ( )
Punho
Flexão ( ) / ( )
Extensão ( ) / ( )
Dedos
Flexão ( ) / ( )
Extensão ( ) / ( )
Quadril
Flexão ( ) / ( )

Aluno:Avaliador:Data:

Abdução ( ) / ( )
Rotação lateral ( ) / ( )
Rotação Medial ( ) / ( )
Joelho
Flexão ( ) / ( )
Extensão ( ) / ( )
Tornozelo
Dorsiflexão ( ) / ( )
Flexão plantar ( ) / ( )
Pés
Eversão ( ) / ( )
Inversão ( ) / ( )
0– alguns graus de ADM
1– ADM passiva diminuída
2 – ADM passiva normal
Pontuação máxima para ADM: 44
0– alguma dor
2– nenhuma dor
Pontuação máxima para dor: 44
Total Final: 226 pontos
TOTAL: _____

96 – 99 pontos = comprometimento motor leve

85 – 95 pontos = comprometimento motor moderado

50 – 84 pontos = comprometimento motor marcante

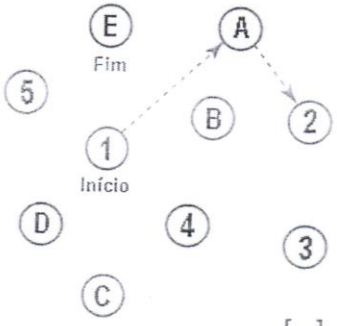
< 50 pontos = comprometimento motor severo

Apêndice 6 - MoCA

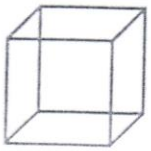
MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
Versão Experimental Brasileira

Nome: _____ Data de nascimento: __/__/__
Escolaridade: _____ Data de avaliação: __/__/__
Sexo: _____ Idade: ____

VISUOESPACIAL / EXECUTIVA



[ ]



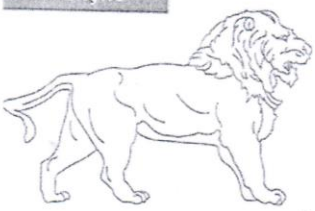
Copiar o cubo [ ]

Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)

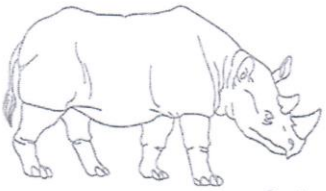
[ ] Contorno [ ] Números [ ] Ponteiros

Pontos ___/5

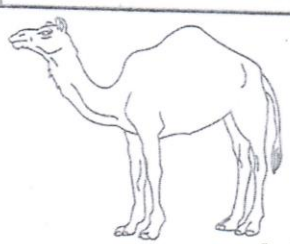
NOMEAÇÃO



[ ]



[ ]



[ ] ___/3

MEMÓRIA

Leia a lista de palavras, O sujeito de repeti-la, faça duas tentativas Evocar após 5 minutos

	Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho
1ª tentativa					
2ª tentativa					

Sem Pontuação

ATENÇÃO

Leia a seqüência de números (1 número por segundo)

O sujeito deve repetir a seqüência em ordem direta [ ] 2 1 8 5 4

O sujeito deve repetir a seqüência em ordem indireta [ ] 7 4 2 ___/2

Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros.

[ ] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B ___/1

Subtração de 7 começando pelo 100 [ ] 93 [ ] 86 [ ] 79 [ ] 72 [ ] 65

4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 correta 0 ponto ___/3

LINGUAGEM

Repetir: Eu somente sei que é João quem será ajudado hoje. [ ]

O gato sempre se esconde embaixo do Sofá quando o cachorro está na sala. [ ] ___/2

Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto). [ ]_____ (N ≥ 11 palavras) ___/1

ABSTRAÇÃO

Semelhança p. ex. entre banana e laranja = fruta [ ] trem - bicicleta [ ] relógio - régua ___/2

EVOCAÇÃO TARDIA

	Deve recordar as palavras SEM PISTAS	Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	Pontuação apenas para evocação. SEM PISTAS
OPCIONAL	Pista de categoria						
	Pista de múltipla escolha						

___/5

ORIENTAÇÃO

[ ] Dia do mes [ ] Mês [ ] Ano [ ] Dia da semana [ ] Lugar [ ] Cidade ___/6

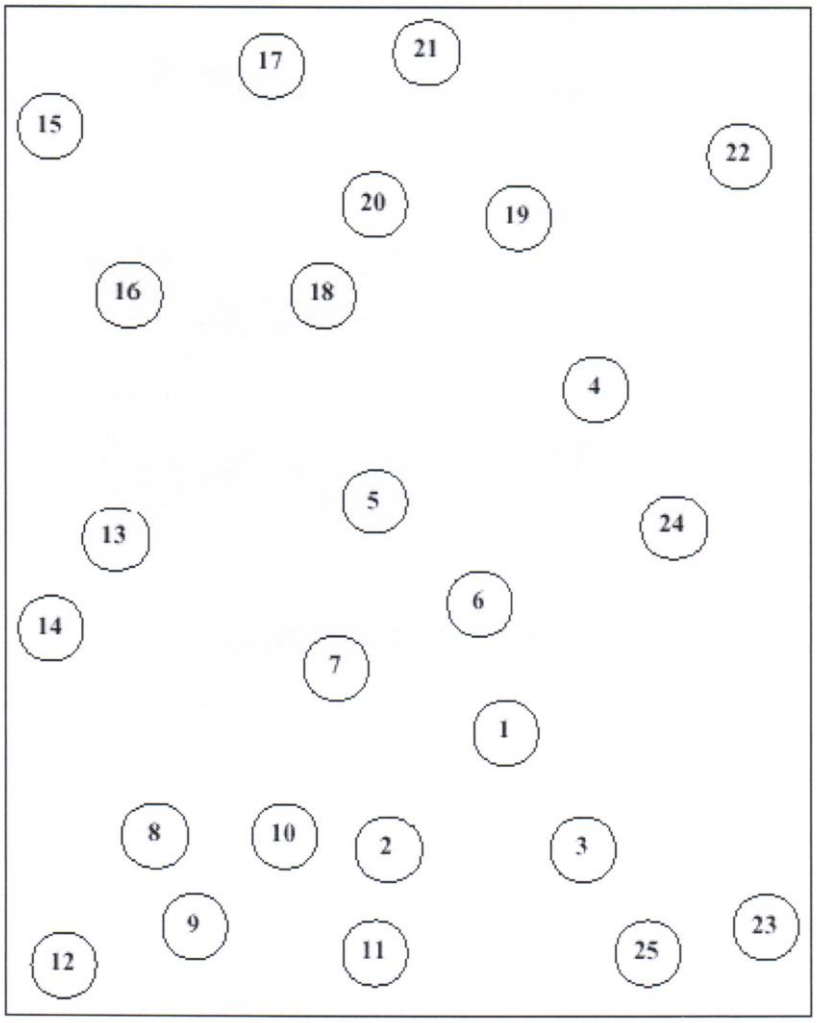
© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org
Versão experimental Brasileira: *Ana Luisa Rosas Sarmento*
Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajman
(UNIFESP-SP 2007)

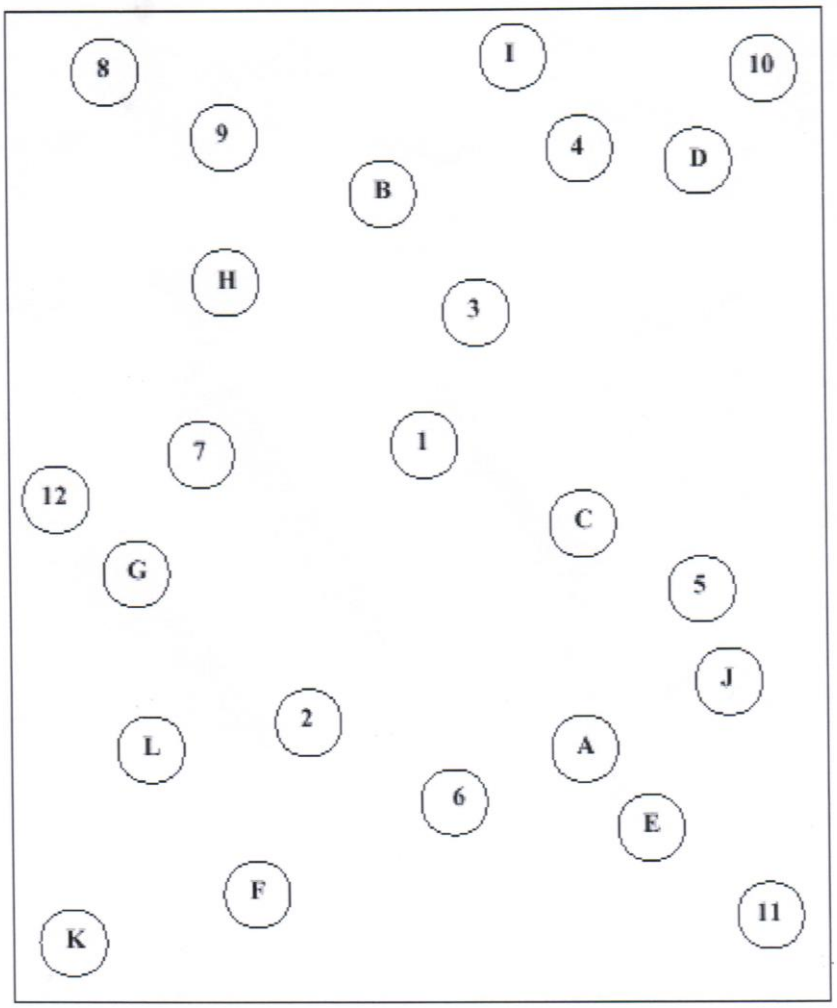
TOTAL
Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade ___/30

Apêndice 7 - Teste das Trilhas

Trail Making Test Part A

Patient's Name: _____ Date: _____



Trail Making Test Part B

Patient's Name: _____ Date: _____