

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS

**PERCEPÇÃO À ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS
COM ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO.**

BELO HORIZONTE, 2014

RENATA COSTA DE MIRANDA SANTOS

PERCEPÇÃO À ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS
COM ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO.

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (Programa de Pós-Graduação em Neurociências) como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Mestre em Neurociências.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Julio Tierra-Criollo
Co-orientadora: Prof^a. Dra. Clarissa Cardoso dos Santos Couto Paz

BELO HORIZONTE, 2014

043 Santos, Renata Costa de Miranda.
Percepção à estimulação elétrica periférica em indivíduos com acidente vascular encefálico [manuscrito] / Renata Costa de Miranda Santos. - 2014.

90 f. ; il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Julio Tierra-Criollo. Co-orientadora: Prof^a. Dra. Clarissa Cardoso dos Santos Couto Paz.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas.

1. Neurociências - Teses. 2. Acidente vascular cerebral. 3. Limiar sensorial. 4. Estimulação elétrica - Teses. 5. Membros superiores - Teses. I. Tierra-Criollo, Carlos Julio. II. Paz, Clarissa Cardoso dos Santos Couto. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 612.8

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão ao Senhor meu Deus. Soli Deo Gloria.

Ao meu amado marido, César, que esteve ao meu lado, sempre interessado e pronto para suportar os momentos difíceis, que não foram poucos. Aos meus lindos filhos, Davi, Gabriel e Raquel, que sempre se orgulharam da mamãe e do seu conhecimento sobre o cérebro e os músculos.

Aos meus amados pais, Norberto e Angela, que tanto me apoiaram e colocaram as “mãos na massa” ajudando a recrutar os sujeitos de pesquisa.

Aos meus mentores Prof. Carlos Julio e Prof.^a Clarissa, minha gratidão pela oportunidade única e por acreditarem no meu trabalho.

A toda a minha família: Melissa e Carlos, D. Alzirina e Sr. Roque, cunhados, cunhadas e sobrinhos, sempre preocupados e interessados em relação ao andamento da pesquisa. A querida Nair: sem o seu suporte, dedicação e zelo, auxiliando-me na administração da casa e no cuidado das crianças, eu não teria conseguido.

A Prof^a. Liséte Ramirez, Prof^a. Viviane Carvalhais, Prof. Rodrigo Diniz, meus amigos, pela instrução e auxílio.

Ao pessoal do NEPEB, obrigada pelo apoio de todos. Em especial ao Prof. Henrique Martins e Prof. Renato Zanetti pela dedicação ao meu projeto, mesmo estando com a agenda repleta de compromissos. Obrigada pela paciência, pelas explicações, por me ensinarem a manusear a solda, o multímetro, osciloscópio... obrigada pelo respeito e carinho com que me trataram todo este tempo. A Raquel, que me acompanhou na pesquisa, me auxiliando nas coletas e orando por mim.

Aos irmãos da Igreja Presbiteriana da Pampulha e Igreja Presbiteriana do Belvedere pelas orações nos momentos difíceis e por participarem da pesquisa com grande alegria.

Aos meus alunos da Faceb, que me auxiliaram no recrutamento dos sujeitos e também pela participação na pesquisa.

Aos Dr. Luiz Roberto, meu eterno professor e Dr. Gabriel do Carmo, pelo encaminhamento dos pacientes.

Agradeço ainda a CAPES, FAPEMIG e CNPq pelo apoio financeiro.

“Onde não há conselhos fracassam os projetos, mas com os muitos conselheiros há bom êxito”.

Provérbios 15:22

“Eu, a sabedoria, habito com a prudência, e acho o conhecimento dos conselhos”.

Provérbios 8:12.

RESUMO

Disfunções sensoriais de várias modalidades são comuns em indivíduos com sequelas de Acidente Vascular Encefálico (AVE) e relacionam-se com fatores como mobilidade, independência nas atividades de vida diária e recuperação funcional. Dentre as modalidades sensoriais, a perda da discriminação somatotópica é a mais frequentemente afetada. Apesar da relevância dos testes sensoriais clínicos, existe uma necessidade crescente de meios que mensurem de forma objetiva a sensibilidade, informando com maior exatidão a condição sensorial dos indivíduos com AVE. Desta forma, a medida do limiar elétrico de percepção sensorial (LEPS) vem se mostrando uma alternativa viável para este objetivo. Este estudo piloto teve como propósito principal mensurar o LEPS de indivíduos com AVE com corrente senoidal para as frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz, e compará-los com indivíduos saudáveis. Também foram aferidos o tempo de reação ao estímulo (TR) e a descrição das sensações relacionadas às frequências. Participaram da pesquisa 10 indivíduos com sequelas crônicas de AVE, com idade $55 \pm 7,29$ anos e tempo de acometimento de $8,4 \pm 9,3$ anos. Para a análise descritiva dos dados utilizou-se os testes não paramétricos *Wilcoxon Signed Rank* e *Mann Whitney*, para amostras dependentes e independentes, respectivamente, considerando um nível de significância de 5%. Os resultados demonstraram que nos indivíduos saudáveis a comparação entre membros demonstrou não haver diferença no LEPS nas frequências 1 Hz ($p=0,23$), 250 Hz ($p=1$) e 3000 Hz ($p=0,32$). Foi verificado que o LEPS da mão parética em indivíduos com AVE é maior para as frequências de 1 Hz ($p=0,007$), 250 Hz ($p=0,028$) e 3000 Hz ($p=0,004$) se comparados aos sujeitos saudáveis. Em relação à mão não parética, foi achada diferença apenas para a frequência de 3000 Hz ($p=0,025$). Não foi observada diferença no LEPS entre os membros dos indivíduos após AVE para as frequências de 1 Hz, 250 Hz, 3000 Hz ($p=0,26$; $p=0,06$; $p=0,15$). O TR não demonstrou diferença significativa entre grupo controle e grupo experimental, nem entre os membros parético e não parético. Em relação à caracterização das sensações percebidas, pode-se perceber uma predominância de relatos relacionados a sensação tátil para todas as frequências em ambos os braços, porém com ocorrências expressivamente maiores para a frequência de 250 Hz em mão parética e não parética. A mensuração do LEPS em indivíduos

após AVE demonstrou ser uma ferramenta útil para quantificar a alteração sensorial e orientar o profissional no estabelecimento de metas e intervenções.

Palavras-chave: acidente vascular encefálico, limiar sensorial, estimulação elétrica, membros superiores.

ABSTRACT

Sensory dysfunctions are common in patients with sequelae of stroke and are related to factors such as mobility, independence in daily living activities and functional recovery. Among the sensory modalities, loss of somatotopic discrimination is the most frequently affected. Despite of the relevance of the clinical sensory tests, there is a growing need for measuring objectively the sensitivity, informing more accurately the sensory condition of individuals with stroke. Thus, the measure of sensory perception threshold to electric stimulation has been proved as a viable alternative for this purpose. This study had as main purpose to measure the extent of sensory perception threshold to electrical stimulation in individuals with stroke by using sinusoidal current for frequencies of 1 Hz, 250 Hz and 3000 Hz, and compare them with healthy individuals. Have been also measured reaction time and the description of the sensations related to frequencies. Participated in the study 10 individuals with chronic stroke sequelae, aged 55 ± 7.29 years and time to onset of 8.4 ± 9.3 years. For descriptive data analysis were used the nonparametric Wilcoxon Signed Rank and Mann Whitney tests for independent and dependent samples, respectively, considering a significance level of 5%. The results showed that in healthy subjects, comparing upper limbs demonstrated no difference on LEPS in the frequencies 1 Hz ($p = 0.23$), 250 Hz ($p = 1$) and 3000 Hz ($p = 0.32$). It has been found that the LEPS of paretic hand in individuals with stroke is greater for frequencies of 1 Hz ($p=0.007$), 250 Hz ($p=0.028$) and $P = 3000$ Hz (0.004) compared to healthy subjects. Regarding non- paretic hand, differences have been found only for the frequency of 3000 Hz ($p=0.025$). No difference in LEPS between upper limber of individuals with stroke for frequencies of 1 Hz, 250 Hz, 3000 Hz was observed ($p=0,26$; $p=0,06$ $p=0,15$). The reaction time to stimulus showed no significant difference between control group and experimental group, nor between the paretic and non-paretic limbs. Regarding the characterization of sensations perceived, one can see a predominance of reports related to tactile sensation for all frequencies in both arms, but with significantly higher occurrences for the frequency of 250 Hz in the paretic and non-paretic hand. The measurement of the LEPS in individuals with stroke proved to be a useful tool to quantify the sensory abnormalities and guide the professional in setting goals and interventions.

Key words: stroke, sensory threshold, electrical stimulation, upper limbs.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características demográficas dos indivíduos.	533
Tabela 2: Características demográficas do Grupo AVE por indivíduo.....	544
Tabela 3: Pontuação do Grupo AVE no Mini Exame do Estado Mental e <i>Orpington Prognostic Scale</i>	54
Tabela 4: Comparação entre mãos do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (μA) para Grupo Controle.....	55
Tabela 5: Comparação do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (μA) entre mãos em Grupo AVE	566
Tabela 6: Comparação do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (μA) entre mão do membro superior parético e Grupo Controle.	56
Tabela 7: Comparação do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (μA) entre mão do membro superior não parético e Grupo Controle.	57
Tabela 8: Comparação do Tempo de Reação entre mãos dos indivíduos do Grupo Controle (segundos).....	57
Tabela 9: Comparação do Tempo de Reação entre mão do membro superior não parético e do Grupo AVE (segundos)	57
Tabela 10: Comparação do Tempo de Reação entre mão do membro superior parético e Grupo Controle (segundos).	58
Tabela 11: Comparação do Tempo de Reação entre mão do membro superior não parético e Grupo Controle (segundos).	58
Tabela 12: <i>Descrição da somatopercepção em mãos do Grupo Controle para as frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz.</i>	600
Tabela 13: <i>Descrição da somatopercepção em mãos do Grupo AVE para as frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz.</i>	611

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: interpretação dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein.....	466
Quadro 2: Grupos de sensações descritas pelos indivíduos.....	511
Quadro 3: Resultado do Teste dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein em dermátomos dos nervos radial, mediano e ulnar em Grupo AVE.....	55
Quadro 4: Repetições do protocolo para cada frequência em Grupo Controle.....	59
Quadro 5: Repetições do protocolo para cada frequência em Grupo AVE.	600

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Kit dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein	45
Figura 2: Locais para aplicação dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein.....	466
Figura 3: Neurostim: unidade de corrente, eletrodos e acionador.....	48
Figura 4: Disposição dos eletrodos na tabaqueira anatômica.	488
Figura 5: Protocolo de Rampa.....	49
Figura 6: Protocolo de Avaliação da Sensibilidade.	511
Figura 7: Etapas do Recrutamento do Grupo AVE.....	533

LISTA DE ABREVIATURAS

μ A- microampere
 μ m - micrômetro
ACM- artéria cerebral média
AVE- Acidente Vascular Encefálico
CM – córtex motor
CR – corrente russa
CS – córtex somatossensorial
FES -estimulação elétrica funcional
LEPS- limiar elétrico de percepção sensorial
M1- área motora primária
mA – miliampere
MSW- Monofilamentos de Semmes-Weinstein
NMES- estimulação elétrica neuromuscular
OPS – *Orpington Prognostic Scale*
S1- córtex somatossensorial primário
S2- córtex somatossensorial secundário
SNC – sistema nervoso central
TENS – estimulação elétrica transcutânea
TR - tempo de reação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	166
1.1.1 Objetivo geral	166
1.1.2 Objetivos específicos	16
1.2 HIPÓTESES.....	17
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 SISTEMA NERVOSO.....	19
2.1.1 Sistema Somatossensorial	19
2.1.1.1 Receptores Periféricos	20
2.1.1.1.1 <i>Transdução e Receptores Periféricos</i>	22
2.1.1.1.2 <i>Transdução, Codificação Neural e Potencial de Ação</i>	23
2.1.1.2 Fibras Aferentes	24
2.1.1.3 Projeções Centrais	25
2.1.1.3.1 <i>Via Lemniscal ou Via do Lemnisco Medial</i>	25
2.1.1.3.2 <i>Vias do Sistema Ântero- Lateral</i>	26
2.1.1.4 Córtex Somatossensorial	27
2.1.1.4.1 <i>Córtex Somatossensorial Primário</i>	27
2.1.1.4.2 <i>Córtex Parietal Posterior</i>	28
2.1.1.4.3 <i>Somatotopia Sensorial</i>	28
2.1.1.4.4 <i>Integração Sensoriomotora</i>	29
2.2 ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO	30
2.3 LESÃO DO CÓRTEX SOMATOSSENSORIAL.....	34
2.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL NO INDIVÍDUO COM AVE	36
2.5 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA	37

2.6 LIMIAR DE PERCEPÇÃO SENSORIAL.....	40
3 METODOLOGIA	42
3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	42
3.2 PARTICIPANTES.....	42
3.3 INSTRUMENTAÇÃO E PROCEDIMENTOS.....	43
3.3.1 Mini Exame do Estado Mental.....	44
3.3.2 Orpington Prognostic Scale.....	44
3.3.3 Monofilamentos de Semmes-Weinstein.....	45
3.3.4 Mensuração do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial.....	47
3.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	52
4 RESULTADOS.....	53
5 DISCUSSÃO	62
6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	69
7 CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS	80

1 INTRODUÇÃO

O sistema somatossensorial é responsável pela percepção da informação sensorial proveniente de receptores mecânicos, térmicos, nociceptivos presentes na pele, e proprioceptivos do sistema musculoesquelético (CRUCCU et al., 2008). Os estímulos sensoriais são conduzidos pelas vias aferentes até o sistema nervoso central, onde a informação sensorial é processada. A percepção sensorial é obtida pela ação conjunta de diversas áreas corticais, além do córtex somatossensorial (CS), que darão características e significado ao estímulo (KANDEL et al., 2003).

Após uma lesão central, embora os impulsos sensoriais possam ser recebidos e transmitidos por um sistema periférico intacto, quando esses chegam ao córtex, podem ser percebidos de forma distorcida (YEKUTIEL; GUTTMAN, 1993). Portanto, além da inabilidade motora, indivíduos com lesão neurológica central apresentam anormalidades sensoriais hipoestésicas e hiperestésicas (ROOSINK et al., 2011), advindas de um déficit no processamento central.

Estima-se que mais da metade dos indivíduos acometidos por Acidente Vascular Encefálico (AVE) possuam algum nível de déficit sensorial (CAREY, 1995). Hedman e Sullivan (2011) correlacionaram a deficiência sensorial a uma pobre recuperação funcional, ao aumento da taxa de mortalidade, à deficiência de equilíbrio e aumento do risco de quedas, à síndrome dolorosa do ombro, dentre outros. Sabe-se que o sistema sensorial é um importante modulador da ação motora (SHUMWAY-COOK; WOLLACOTT, 2010) e embora o déficit sensorial encontrado em grande parte dos indivíduos com AVE seja originário de uma deficiência central, sua presença influenciará o desempenho motor.

Na prática clínica, mensurações sensoriais são realizadas a partir da aplicação de testes e questionários que avaliam o grau de acometimento sensorial destes indivíduos. A Avaliação Sensorial de Nottingham (LIMA et al., 2010), o Teste de Discriminação de Dois Pontos (MOBERG, 1990) e o Teste dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein (DANNENBAUM et al., 2002) são alguns dos instrumentos que ativam os receptores sensoriais e são utilizados atualmente para a avaliação da sensibilidade. Apesar de haverem relatos de confiabilidade boa a moderada para estas avaliações, suas medidas podem ser influenciadas pela experiência do examinador e estado clínico dos indivíduos.

Entretanto, pesquisas recentes têm empregado o estímulo elétrico periférico para a discriminação da percepção sensorial de sujeitos saudáveis (OBERT et al., 2011) e com sequelas de AVE (HEDMAN; SULLIVAN, 2011). Este tipo de mensuração pode ser aplicada de maneira rápida e objetiva, possuindo boa confiabilidade entre examinadores e entre ocasiões (EEK; ENGARDT, 2003). Porém, grande parte dos estudos utilizaram o estímulo pulsado para essa função.

A literatura relata a mensuração do limiar de percepção sensorial a estímulos elétricos em indivíduos saudáveis utilizando corrente senoidal nas frequências de 1 Hz, 5 Hz, 250 Hz, 2000Hz, 3000 Hz (FÉLIX et al., 2009; PIMENTEL et al., 2006; MARTINS, 2013).

Martins et al. (2013) mostraram em voluntários saudáveis que as frequências de 1, 250 e 3000Hz seriam mais seletivas para as diferentes fibras (C, A δ e A β). Além disso, ao aplicar a estimulação em corrente senoidal em indivíduos com hanseníase, os resultados mostraram que essas frequências também podem discriminar a perda de sensibilidade de diferentes graus nesses pacientes (MARTINS, 2013). Entretanto, esse emprego ainda se restringe ao estudo das fibras periféricas, e ainda pouco se sabe sobre a sua utilização na mensuração do limiar de pessoas com lesão do SNC.

Por meio da elaboração de um estudo piloto, esta pesquisa espera contribuir para a ampliação da utilização clínica da eletroestimulação periférica a corrente senoidal na mensuração da percepção sensorial de pacientes com AVE. Mediante os dados obtidos, deseja-se auxiliar a prática clínica orientando os profissionais no estabelecimento de objetivos e intervenções para a reabilitação sensoriomotora dos membros superiores destes indivíduos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o limiar de percepção sensorial ao estímulo elétrico em mãos de indivíduos com Acidente Vascular Encefálico nas frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz.

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar o limiar de percepção sensorial ao estímulo elétrico de indivíduos com Acidente Vascular Encefálico com os indivíduos saudáveis.
- Comparar o tempo de reação ao estímulo de indivíduos com Acidente Vascular Encefálico com os indivíduos saudáveis.
- Comparar o tempo de reação da mão não parética e parética dos indivíduos com Acidente Vascular Encefálico.
- Comparar a descrição da sensação percebida ao estímulo entre indivíduos saudáveis e com Acidente Vascular Encefálico.
- Verificar se a descrição da percepção dos indivíduos com Acidente Vascular Encefálico altera-se de acordo com a frequência.

1.2 HIPÓTESES

A escolha das frequências utilizadas para estimulação elétrica baseou-se em estudos prévios realizados em indivíduos saudáveis e com hanseníase (MARTINS, 2008; MARTINS, 2013; MARTINS et al., 2013; PIMENTEL et al. 2006). Nesses trabalhos, os autores propuseram analisar o limiar de percepção sensorial ao estímulo elétrico relacionando-o a frequências específicas em corrente senoidal.

A partir deste pressuposto, foi conjecturado que este tipo de estímulo seria processado de forma diferente por um córtex lesado e sua manifestação se daria pela alteração do limiar sensorial, modificação da somatopercepção e mudanças no tempo de reação destes indivíduos. As hipóteses deste trabalho podem ser apresentadas conforme os pontos abaixo mencionados:

- Indivíduos saudáveis possuem menor limiar de percepção sensorial aos estímulos elétricos que indivíduos com Acidente Vascular Encefálico para as frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz.

- A mão parética de indivíduos com Acidente Vascular Encefálico possui maior limiar de percepção sensorial a estímulos elétricos que a mão não parética para as frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz.

- Indivíduos saudáveis possuem menor tempo de reação a estímulos elétricos que indivíduos com Acidente Vascular Encefálico para as frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz.

- O tempo de reação ao estímulo elétrico será maior para a mão parética que a mão não parética.

- A percepção do estímulo será diferente para os indivíduos com Acidente Vascular Encefálico se comparados aos saudáveis.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para maior compreensão da confecção deste trabalho e para facilitar a leitura do mesmo, a descrição da pesquisa ocorrerá em capítulos.

Conforme visto, no capítulo 1 foi relatada a relevância do trabalho, seus objetivos e as hipóteses levantadas.

No capítulo 2 foi descrita a revisão da literatura abordando os seguintes temas: Neuroanatomia, Acidente Vascular Encefálico, Lesão do Córtex Somatossensorial, Avaliação Sensorial em Indivíduos com AVE, Estimulação Elétrica e Limiar de Percepção Sensorial.

No capítulo 3 foi exposta a metodologia empregada para a realização do trabalho, seu delineamento, instrumentos, procedimentos e análise dos dados.

No capítulo 4 foram relatados os resultados.

O capítulo 5 apresentou a discussão dos principais achados da pesquisa, relacionando-os com a literatura.

No capítulo 6 foram descritas as considerações finais, apontando-se as limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras.

No capítulo 7 apresentou-se a conclusão do trabalho.

Ao final foram descritas as referências bibliográficas utilizadas, os anexos e apêndices.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SISTEMA NERVOSO

Existem várias maneiras de se estudar e compreender o sistema nervoso (SN). Segundo Lent (2010), embora existam visões diferentes sobre o mesmo objeto de estudo, todas elas são verdadeiras e igualmente importantes para a Neurociência. Dentro desta perspectiva, o sistema nervoso pode ser examinado desde sua estrutura macroscópica até o seu nível molecular, perpassando por áreas como a eletrofisiologia, bioquímica, histologia e neuroanatomia.

Do ponto de vista neuranatômico, o sistema nervoso pode ser dividido em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP). No SNC concentra-se a grande maioria das células nervosas, seus prolongamentos e as conexões que realizam entre si. No SNP há um menor número de células, porém com um grande número de prolongamentos denominados fibras nervosas. O agrupamento dessas fibras em feixes recebe nome de nervos. O SNC localiza-se dentro do esqueleto axial enquanto o SNP encontra-se fora dele (LENT, 2010).

Outra divisão do SN está baseada em critérios funcionais, representados pelo sistema nervoso da vida, de relação ou somático e o sistema nervoso de vida vegetativa ou visceral. O sistema nervoso somático é constituído por uma via aferente a qual conduz de forma ascendente as informações do ambiente, e por uma via eferente, que transporta de forma descendente as informações do movimento voluntário aos músculos. O sistema nervoso visceral relaciona-se com a inervação e controle das vísceras. Também é formado por vias aferentes sensoriais e vias eferentes motoras, sendo esse último componente nomeado como sistema nervoso autônomo (MACHADO, 2000).

Neste panorama encontra-se o sistema somatossensorial, elemento somático constituído pelo SNP e SNC. O sistema somatossensorial compreende todas as fibras aferentes, receptores especializados e córtex somatossensorial, munindo o corpo com informações relativas à sensibilidade cutânea e proprioceptiva (MCGLONE; REILLY, 2010).

2.1.1 Sistema Somatossensorial

De forma geral, a via aferente somática sensitiva pode ser dividida em três partes, as quais serão responsáveis pelas etapas de recepção, condução e processamento do estímulo sensorial.

A primeira etapa, denominada recepção, consiste na transdução e codificação neural do estímulo físico. Neste primeiro momento, ocorre a recepção do estímulo sensorial, realizada por terminações nervosas especializadas e específicas a uma modalidade sensorial. Os receptores são especializações do nervo periférico e são as estruturas responsáveis pela captação do estímulo externo.

A segunda etapa consiste na condução do estímulo para a área de projeção cortical. Nesta fase acontece a passagem do estímulo pelo nervo espinhal e gânglio sensitivo anexo ao nervo, sua entrada pelo corno posterior da medula e seu trajeto ascendente até os núcleos talâmicos.

Finalmente, em uma última etapa, o estímulo é conduzido para a sua área de projeção cortical, aonde ocorrerá o processamento das informações sensoriais, permitindo não somente a consciência da sensação, mas também a discriminação da mesma (MACHADO, 2000).

Este percurso sensorial será explicitado de uma forma mais detalhada no texto a seguir, descrevendo-se a anatomia e fisiologia dos fenômenos da recepção, condução e processamento do estímulo sensorial.

2.1.1.1 Receptores Periféricos

A maior função dos receptores periféricos é colocar o indivíduo em contato com o meio externo. Os diferentes estímulos são recebidos e transformados em sinais eletroquímicos no SNP, por meio da alteração do potencial de membrana do neurônio sensorial. Então, este potencial de ação é conduzido até o SNC (HEDEGARD, 2014).

Diferentes tipos de estímulos são “sentidos” por diferentes tipos de receptores sensoriais. Portanto, os receptores sensoriais podem ser classificados de acordo com os seguintes critérios: tipo de célula, posição e função. Estruturalmente podem ser analisados pelo tipo de célula e sua posição, e funcionalmente pela transdução do estímulo, ou seja, como um estímulo mecânico, luminoso ou químico alteram um potencial de membrana de uma célula nervosa (HEDEGARD, 2014).

Embora existam diversos tipos de receptores sensoriais, responsáveis por funções como visão, audição, olfação e equilíbrio, esta revisão se limitará à descrição das especializações morfofuncionais dos receptores somatossensitivos.

Segundo Lent (2010), pode-se identificar pelo menos 9 tipos receptores da sensibilidade corporal:

- Terminações nervosas livres: presentes em toda a pele, mergulhadas no tecido, recebendo diretamente a sensação. São receptores em forma de pequenas árvores, e possuem adaptação lenta. Captam informações de tato grosseiro, dor, temperatura (calor) e propriocepção.
- Corpúsculos de Meissner e Pacini: semelhantes em forma e função. Estão localizados na derme profunda (Pacini) e na transição da derme com a epiderme (Meissner). Os corpúsculos de Pacini e Meissner são classificados como receptores de rápida adaptação (fásicos) porque respondem ao contato inicial e final do estímulo mecânico na pele, detectando ausência/presença do estímulo. São encapsulados, sensíveis a estímulos vibratórios rápidos (Pacini) e mais lentos (Meissner). Essas propriedades permitem a identificação da textura dos objetos em contato com a pele glabra (sem pêlos). Esses dois receptores são responsáveis por 50% da inervação sensorial da mão.
- Corpúsculos de Ruffini: situados na derme profunda, encapsulados, de adaptação lenta (tônicos), dispara durante um estímulo mecânico constante, assinalando sua duração e intensidade. São sensíveis ao estiramento da pele, ligamentos e tendões. Responsabilizam-se por 20% da inervação sensorial da mão.
- Discos de Merkel: situados na epiderme, são arborizações cujas pontas apresentam uma expansão em forma de disco associada a uma ou duas células epiteliais. São tônicos, envolvidos com a informação de tato e pressão contínuos, relacionando-se a percepção estática da forma dos objetos. Respondem por 25% da inervação da mão, principalmente na região dos dedos.
- Bulbos de Krause: localizados na borda da epiderme e mucosas. Alguns autores os consideram termorreceptores sensíveis ao frio.
- Terminais dos Folículos pilosos: encontrados espiralados ao redor da raiz pilosa. Podem ser fásicos ou tônicos, e captam o deslocamento do pelo.

- Fusos Musculares e Órgãos Tendinosos de Golgi: localizados no ventre muscular e tendões respectivamente e relacionam-se com as informações de propriocepção consciente e inconsciente.

2.1.1.1.1 Transdução e Receptores Periféricos

Conforme visto, os receptores periféricos são a porta de entrada para a via sensorial. Transdução é o termo utilizado para descrever a transformação da energia do estímulo em energia bioelétrica dentro dos receptores sensoriais, estabelecendo uma linguagem comum a todos eles (KANDEL et al., 2003).

Os receptores periféricos ou transdutores sensitivos podem ser classificados de acordo com a sua sensibilidade aos tipos de energia e categorizados como mecanorreceptores, quimiorreceptores, fotorreceptores e termorreceptores (KANDEL et al., 2003).

Os mecanorreceptores cutâneos são seletivamente responsáveis pela estimulação mecânica não nociva da pele. Variam de forma e tamanho, e possuem elementos neurais ou não neurais associados à sua morfologia. Os elementos não neurais são responsáveis por participarem na filtragem seletiva do estímulo mecânico e regularem o ambiente iônico da terminação nervosa. A porção neural é formada pelo local onde a transdução inicia seu processo (parte não mielinizada), e pelas fibras nervosas responsáveis por transportar as ondas geradas pelo potencial de ação (amielinizadas ou mielinizadas) (GREENSPAN; BOLANOWSKI, 1993).

Os quimiorreceptores reagem a mudanças químicas que afetam proteínas da membrana e detectam a presença de moléculas químicas presentes tanto no meio externo (como ar e alimentos) quanto no meio interno (como sangue e fluidos corporais). Estão situados na mucosa olfatória, gustativa e no hipotálamo e estão envolvidos com as sensações de cheiro, gosto, coceira e dor (HEDEGARD, 2014; LENT, 2010).

Os termorreceptores estão situados na superfície da pele e no hipotálamo e são sensíveis a variações térmicas da temperatura corporal em relação ao ambiente externo e interno, respectivamente (LENT, 2010).

É importante ressaltar que os nociceptores respondem a estímulos químicos, térmicos e mecânicos dos tecidos. Desencadeiam as sensações de dor as quais se

desdobram nas sensações de queimadura, dor, picada, prurido e irritação (KANDEL et al., 2003).

Os receptores e suas fibras nervosas transmitem informações sensoriais de uma área limitada da pele. A região suprida por um neurônio sensorial dá-se o nome de campo receptor. Os campos receptores são representados por áreas circulares que podem variar em diâmetro (de 2 a 10mm) e podem estar localizados tanto na superfície da pele quanto em camadas mais profundas. Seu tamanho e disposição influenciam na resolução e na localização do estímulo sensorial (KANDEL et al., 2003).

2.1.1.1.2 Transdução, Codificação Neural e Potencial de Ação

Quando um estímulo é aplicado ao receptor periférico gera-se um sinal lento na membrana com duração e intensidade proporcional a este estímulo. O sinal elétrico gerado por essa perturbação é chamado potencial receptor, advindo da abertura de canais iônicos diversos e do fluxo iônico que se estabelece de ambos os lados da membrana. Estímulos mais fortes provocam potenciais receptores mais fortes, e estímulos mais duradouros provocam potenciais receptores mais duradouros. Após o aparecimento do potencial receptor nota-se uma salva de potenciais de ação na fibra nervosa, onde a frequência de disparo e a duração são proporcionais à intensidade do estímulo. Assim, o estímulo é transduzido e transformado em um código de salvas de potencial de ação das fibras, com frequências e duração específicas, permitindo uma reprodução muito semelhante das características dos estímulos sensoriais (LENT, 2010).

Segundo Guyton (1989), o desencadeamento do potencial de ação ocorre quando a membrana plasmática do receptor é perturbada produzindo uma variação do potencial da membrana de -90mV em direção a zero. A variação de tensão agirá diretamente na ativação dos canais de sódio dependentes de tensão, abrindo-os para o influxo dos íons sódio e aumentando gradativamente o potencial da membrana. Então, o potencial de ação de membrana crescente causará um fluxo de corrente que percorrerá a fibra nervosa. Para a finalização do potencial de ação, ocorrerá o fechamento dos canais de sódio e abertura dos canais de potássio dependentes de tensão, permitindo que a membrana volte ao potencial de repouso.

A menor intensidade do estímulo capaz de eliciar um potencial de ação é chamada de limiar de ativação. Aumentos súbitos do potencial da membrana plasmática acima de -65 mV (limiar de ativação) desencadeiam uma geração abrupta de um potencial de ação. Porém, se o potencial de membrana aumentar muito lentamente, haverá concomitantemente fechamento e abertura das comportas dos canais de sódio, permitindo um influxo vagaroso do sódio para o meio interno. Assim sendo, para a geração de um novo potencial de ação será necessária uma maior tensão limiar que a normal (de zero a valores positivos). Caso isso não ocorra, não haverá geração do potencial de ação. Esse fenômeno é descrito na literatura como acomodação da membrana ao estímulo (GUYTON, 1989).

2.1.1.2 Fibras Aferentes

As fibras nervosas quanto a sua fisiologia, classificam-se em fibras sensitivas, motoras e autonômicas. As fibras sensitivas são formadas por neurônios sensoriais que constituem a raiz dorsal do nervo periférico e gânglio espinhal. As sensações somáticas são transportadas por estas fibras aferentes, seletivas na condução do estímulo e que estão sempre ligadas à especificidade do receptor (princípio da linha designada). As fibras aferentes distinguem-se por seu calibre e por possuírem ou não o envoltório de mielina. Ambas as características estão relacionadas com a velocidade de condução do potencial de ação (MCGLONE; REILLY, 2010). Fibras de grande calibre conduzem o estímulo com maior rapidez que as de fino calibre por possuírem uma resistência interna menor ao fluxo de corrente ao longo do axônio. Da mesma forma, as fibras mielinizadas transportam o potencial de ação com maior rapidez que fibras amielinizadas, fato justificado pela presença dos Nodos de Ranvier (princípio da corrente saltatória) (KANDEL et al., 2003).

As fibras aferentes somáticas são classificadas em 2 grandes grupos: tipo A e tipo C, sendo que o tipo A se subdivide em fibras α , β e δ (GUYTON, 1989).

As fibras do tipo A são mielinizadas possuem grande calibre (3,0 - 20 μ m), conduzem o estímulo a velocidades mais altas (6,0 – 120 m/s) e são típicas dos nervos espinhais (BEAR et al., 2002; KANDEL et al., 2003; TSUNOZAKI; BAUTISTA, 2009). Fibras A α são as mais calibrosas do grupo (diâmetro em torno de 13 a 20 μ m), possuem velocidade de condução de 80 a 120m/s e são responsáveis pela inervação sensorial dos proprioceptores como Fuso Muscular e Órgão Tendinoso de Golgi.

Fibras A β possuem calibre médio (diâmetro de 6 a 10 μm), e velocidade de condução de 35 a 75 m/s. Estão relacionadas a sensação de toque leve, pressão vibratória, estiramento da pele e estão ligadas a diversos receptores periféricos como corpúsculos de Merkel, Pacinni, Meissner e folículos pilosos. Fibras A δ são as fibras menos calibrosas deste grupo, possuem velocidade de condução em torno de 5 a 30 m/s, e estão ligadas a nocicepção, temperatura e aos receptores táteis da pele associados aos órgãos pilosos terminais (GUYTON, 1989).

As fibras do tipo C são amielínicas, possuem um pequeno calibre (0,5 – 2 μm) e conduzem o impulso a baixas velocidades (0,5 – 2,0 m/s). Elas compõem metade das fibras sensoriais dos nervos periféricos e a totalidade das fibras autonômicas pré-ganglionares (GUYTON, 1989; MCGLONE et al., 2002). As fibras do tipo C são nociceptivas, ou seja, respondem aos estímulos mecânicos, térmicos e químicos nocivos ao organismo e finalizam-se no tecido em forma de terminações nervosas livres (GUYTON, 1989; TSUNOZAKI; BAUTISTA, 2009).

2.1.1.3 Projeções Centrais

Os estímulos provenientes dos receptores são levados ao encéfalo por meio da medula espinhal e se dividem basicamente em 2 grandes vias sensoriais. Estas vias se diferem pelo receptor, pelo tipo de estímulo transportado, tipo de fibra, alvo alcançado no córtex, sua rota e o lugar que se cruzam no SNC (MCGLONE et al., 2002).

2.1.1.3.1 Via Lemniscal ou Via do Lemnisco Medial

Ao penetrar no corno dorsal da medula, os calibrosos axônios das fibras A α e A β (neurônios de primeira ordem) emitem 2 ramificações: a primeira realizará sinapse com o neurônio secundário sensorial (ou de segunda ordem) no próprio corno dorsal, mediando reflexos segmentares; a segunda ramificação ascenderá imediatamente em direção ao cérebro para o processamento da percepção do estímulo. Portanto, as colunas dorsais são constituídas tanto por axônios sensoriais primários quanto secundários. Ao nível da coluna cervical, pode-se verificar posteriormente a presença de 2 tractos: o mais medial, chamado fascículo grácil transportando informações sensoriais dos membros inferiores e tronco inferior, e mais lateralmente a este, o

fascículo cuneiforme, transportando informações sensoriais dos membros superiores e tronco superior. Nos núcleos de cada fascículo, ocorre a primeira sinapse dos neurônios de primeira ordem, os quais imediatamente cruzam a linha média, formando o lemnisco medial na altura do tronco cerebral. Portanto, nos núcleos grácil e cuneiforme a informação tátil ipsilateral passa a ser cruzada, e enviada para o córtex somatossensorial do lado oposto do corpo. As informações sensoriais dos núcleos grácil e cuneiforme são transmitidas diretamente para o tálamo, no núcleo ventral pósterolateral, onde farão sinapse com o terceiro neurônio sensorial. Esta via se findará no córtex somatossensorial primário (BEAR et al., 2002; MCGLONE et al., 2002b).

2.1.1.3.2 Vias do Sistema Ântero- Lateral

As fibras A δ e C transportam informações relativas à nocicepção e temperatura e suas vias predominam na região ântero-lateral da medula. Assim como as sensações táteis, dor e temperatura possuem seu neurônio primário realizando sinapse ipsilateralmente com o neurônio secundário o qual cruza o plano mediano, porém, em diferentes níveis. O neurônio primário emite ramos axonais que sobem e descem aproximadamente 4 níveis segmentares a partir da sua entrada, compondo o Tracto Dorsolateral de Lissauer. Os axônios desse trato enviam fibras para o corno posterior, onde realizam sinapse com os neurônios sensoriais de segunda ordem. As fibras A δ e C realizam diferentes sinapses no corno posterior da medula, formando as vias sensoriais que ascendem pelos funículos laterais e anterior da medula em direção ao tálamo. Diferente da via do lemnisco medial, o sistema ântero-lateral possui vias diretas e indiretas para o tálamo (KANDEL et al., 2003).

- Via espinotalâmica: concentra as informações de dor e temperatura para o núcleo ventral pósterolateral do tálamo. A partir daí as informações de temperatura e parte das informações de dor são levadas ao córtex somatossensorial primário, localizado no giro pós central do lobo parietal, para a percepção e localização dos estímulos dolorosos.
- Via espinoreticular: os axônios fazem sinapse com a formação reticular do bulbo e da ponte, os quais funcionam como relés para os núcleos intralaminares e posterior do tálamo, além de outras estruturas como o hipotálamo. Os axônios dos núcleos talâmicos realizam várias conexões no córtex, e não possuem uma

organização somatotópica. Portanto, grande parte do estímulo doloroso é enviado para áreas difusas do encéfalo como o giro cingulado anterior e sistema límbico (COHEN, 2001).

2.1.1.4 Córtex Somatossensorial

O SNC possui papel fundamental na integração da informação tátil. Conforme visto, a informação sensorial chega fragmentada em potenciais de ação de uma grande diversidade de campos receptores, inclusive de receptores sensoriais e vias sensoriais diferentes. Portanto, as áreas sensoriais do córtex possuem a função de integrar estas informações, construindo e produzindo uma percepção do estímulo ou do objeto (KANDEL et al., 2003).

2.1.1.4.1 Córtex Somatossensorial Primário

O córtex somatossensorial primário (S1) ou área somestésica é uma área de projeção primária das sensações, ou seja, todas as formas de sensibilidade geral se direcionam para esta região. Localiza-se na face súpero lateral na porção anterior do córtex parietal, mais especificamente no giro pós-central, dividindo-se anatomicamente e funcionalmente em 4 regiões classificadas por Brodman nas áreas 3a, 3b, 1 e 2. Na extremidade lateral a S1 localiza-se o córtex somatossensorial secundário (S2), encontrado no opérculo parietal e lobo insular. Outra área somatossensorial, o córtex parietal posterior está circunscrito às áreas 5 e 7 de Brodman, posteriormente a S1 (COHEN, 2001).

S1 recebe aferências talâmicas do núcleo ventral posterior do tálamo as quais se prolongam até as áreas 3a e 3b. A área 3a localiza-se cefalicamente e recebe informações provenientes de proprioceptores, além de participar da mediação da dor. A área 3b, localizada inferiormente a área 3a, recebe grande parte das projeções talâmicas e processa informações ligadas ao tato discriminativo como pontos elevados textura, tamanho e forma dos objetos e informação de temperatura. Sua projeção para área 1 envia informação de textura, e para a área 2, tamanho e forma. A área 1 localizada inferiormente a área 3b, está envolvida com o processamento sensorial tátil complexo. A área 2, localizada caudalmente a S1, além de discriminar tamanho e forma, especializou-se na recepção dos estímulos articulares. Juntas,

estas duas propriedades fornecem informações que auxiliam no reconhecimento tátil dos objetos (COHEN, 2001).

As áreas 3a e 3b enviam projeções para as áreas 1, 2 e ao córtex somatossensorial secundário (S2). Esta via de associação se fecha na medida em que as áreas 1, 2 e S2 projetam axônios que retornam as áreas 3a e 3b (BEAR et al., 2002).

Lesões em S1 podem causar alterações contralaterais na discriminação tátil e estereognosia (reconhecimento do tamanho e forma do objeto pelo tato), entretanto, as sensações dolorosas e térmicas se mantêm intactas (COHEN, 2001).

2.1.1.4.2 Córtex Parietal Posterior

Esta região do córtex possui função associativa, recebendo uma confluência de estímulos originários de outras áreas como o próprio S1, área primária da visão e córtex motor, participando deste modo de funções complexas como planejamento do movimento e estado atencional (BEAR et al., 2002).

O córtex parietal posterior está representado pelas áreas 5 e 7 de Brodmann as quais estão interligadas pelo corpo caloso. A área 5 recebe informações de estiramento da pele associada à propriocepção dos músculos e articulações subjacentes. A área 7 recebe informações visuais, proprioceptivas e táteis. A sua aferência para o lobo frontal auxilia na iniciação e orientação sensorial do movimento (KANDEL et al., 2003).

Áreas associativas multimodais como o córtex parietal posterior estão ligadas ao hipocampo, permitindo uma memória da representação da percepção sensorial. A lesão desta região gera comprometimentos neurológicos contralaterais como a agnosia, incapacidade de reconhecer objetos mesmo com a integridade das capacidades sensoriais. Indivíduos com estereognosia não conseguem reconhecer objetos pelo tato, embora o façam pela visão, audição e pelo tato do lado não lesado (COHEN, 2001).

2.1.1.4.3 Somatotopia Sensorial

A representação das informações sensoriais das áreas corporais em relação à relevância da sensação somática foi sistematizada por Peinfield (1950) por meio do

homúnculo sensorial. Esta representação está baseada na densidade das aferências sensoriais presentes na região corporal, por sua importância para aquela região e pelo seu uso. Sua representação consiste em uma reprodução de um ser humano com suas partes corporais distorcidas em tamanho. O homúnculo sensorial está apoiado de cabeça para baixo no giro pós-central. Na face medial encontra-se a representação da extremidade inferior e na face súpero-lateral estão reproduzidos o tronco, a extremidade superior e face. No homúnculo sensorial, grandes áreas corticais são delegadas aos lábios, polegares e dedos (KANDEL et al., 2003).

2.1.1.4.4 Integração Sensoriomotora

O feedback sensorial proveniente do córtex somatossensorial é essencial para a modulação da ação motora (HOLMES et al., 2004) e a própria atividade motora pode gerar modificações nas representações no CS (BRAUN et al., 2001). Esta interligação funcional entre os sistemas sensorial e motor é possível devido a uma íntima conexão neural, morfofuncional, entre neurônios sensoriais e motoneurônios (MANGANOTTI et al., 2012).

A informação sensorial é fundamental para o controle motor, gerando uma imagem mental do corpo e do ambiente, através do recrutamento da memória sensorial, e da retroalimentação do sistema antes e durante a execução do movimento (BEAR, 2002).

A área motora primária recebe informações sensoriais relativas ao tato (das áreas 1 e 2 de S1) sobre os acontecimentos detectados pela pele, como as características do objeto (forma, textura e bordas). As áreas pré-motora, motora suplementar ipsilaterais, e o córtex motor contralateral se projetam para a área motora primária. A área pré-motora e motora suplementar também recebem informações sensoriais das áreas associativas sensoriais e da região motora primária. Do mesmo modo, o córtex motor também recebe projeções talâmicas com informações sobre a exterocepção (COHEN, 2001).

O S2 está localizado na parte superior da fissura lateral e recebe aferência dos neurônios advindos das 4 áreas de S1. As informações obtidas de S1 são essenciais para uma boa função de S2. Estudos em animais descobriram que mesmo em uma desativação de S2 não houve alteração na discriminação somática (KANDEL et al. 2003).

As informações recebidas e processadas pelo córtex motor geram em última instância o movimento. Os axônios motores descem do encéfalo em direção a medula espinhal por 2 grupos principais de vias: as vias laterais, envolvidas no movimento voluntário da musculatura distal, e as vias ventromediais, responsáveis pelo controle da postura e locomoção. As vias laterais são representadas em sua maioria pelo tracto cortico-espinhal, com axônios advindos do córtex motor, e por um pequeno número de axônios derivados das áreas somatossensoriais do lobo parietal, os quais auxiliam na regulação do fluxo da informação somatossensorial no encéfalo. O tracto cortico-espinhal controla a musculatura voluntária do hemicorpo contralateral, por cruzar o plano mediano na decussação das pirâmides na altura do bulbo. Outro componente menor da via lateral é o tracto Rubro-espinhal, proveniente do núcleo rubro, cujos axônios cruzam na ponte para se agruparem ao tracto cortico-espinhal. Já as vias ventromediais possuem 4 tractos descendentes que se originam no tronco encefálico e terminam em interneurônios espinhais, e se ocupam do controle da musculatura proximal e axial. Os tractos vestibulo-espinhal, tecto-espinhal, retículo-espinhal pontino e retículo-espinhal bulbar utilizam informações sensoriais para manter de forma reflexa o equilíbrio e a postura corporal (BEAR, 2002).

2.2 Acidente Vascular Encefálico

O acometimento vascular do sistema nervoso central, comumente denominado acidente vascular encefálico (AVE), pode ser descrito como um episódio agudo de uma disfunção neurológica presumidamente causada por isquemia ou hemorragia, com evidentes sintomas clínicos que persistem por mais de 24 horas ou até a morte do indivíduo (SACCO et al., 2013).

No mundo, as doenças cerebrovasculares ocupam a segunda causa de mortalidade, perdendo somente para os óbitos causados por patologias cardiovasculares. No Brasil, no ano de 2012, aproximadamente 100.000 pessoas morreram em decorrência de doenças cerebrovasculares (BRASIL, 2013a). Embora as 2 últimas décadas tenham demonstrado um decréscimo da mortalidade por AVE, ainda é um assunto de recorrente preocupação para a saúde pública, visto que ocupa o primeiro lugar na restrição de participação social na população brasileira (CURIONI et al., 2009).

O AVE pode acometer indivíduos em qualquer idade embora ocorra predominantemente em idades médias e tardias. No Brasil, a média de idade para o primeiro evento vascular se dá em torno de 65,5 anos, sendo a população masculina discretamente mais acometida que a feminina (BRASIL, 2013b).

Os fatores de risco para o desenvolvimento da patologia são classificados em modificáveis e não modificáveis. Os fatores não modificáveis são aqueles que são inerentes aos indivíduos, imutáveis, como as características genéticas, raciais, idade e sexo (ROWLAND, 1997). Os fatores modificáveis são aqueles que podem ser alterados e/ou minimizados de acordo com as mudanças de hábito de vida como o sedentarismo, tabagismo, dislipidemia, diabetes *mellitus*, hipertensão arterial, sobrepeso, obesidade, cardiopatias (principalmente a fibrilação atrial), etilismo, doença aterosclerótica, uso de anticoncepcionais, síndrome da apnéia do sono, uso de drogas simpático-miméticas, dentre outros (ROWLAND, 1997). No Brasil, a hipertensão arterial é o indicador de risco mais preponderante associado ao evento vascular, seguido pelo sedentarismo e dislipidemias (MOREIRA et al., 2010). Acredita-se que a diminuição apresentada pela morbidade e a mortalidade das doenças cerebrovasculares nos últimos anos se dê pelo diagnóstico e tratamento da hipertensão arterial (BRAUNWALD et al., 2001). Sabe-se também que a *diabetes mellitus* é um fator de risco independente para doenças cerebrovasculares aumentando a rapidez da instalação do processo aterosclerótico (RADANOVIC, 2000).

O tecido encefálico é um parênquima extremamente sensível a deficiências de nutrientes. Um fluxo sanguíneo intenso fornece a quantidade necessária para o alto consumo de glicose e oxigênio do parênquima encefálico. Diminuições nas concentrações destes nutrientes são toleradas apenas por alguns poucos segundos antes da perda da consciência, e apenas 5 minutos de restrições são suficientes para causar lesões irreversíveis. Portanto, o encéfalo depende da oxidação de carboidratos e não pode estar sujeito ao metabolismo anaeróbico (MACHADO, 2000).

O suprimento sanguíneo encefálico origina-se das artérias carótidas internas e das artérias vertebrais formando dois principais sistemas de irrigação: os sistemas carotídeos e vertebrobasilar. Ao chegarem na base do encéfalo, estes sistemas se anastomosam formando o Polígono de Willis, de onde partem pares das principais artérias encefálicas: artérias cerebrais anterior, média e posterior. Sua forma circular possui importância neuroprotetora na medida em que uma interrupção do fluxo

sanguíneo é suprida por vias alternativas, contornando obstruções nas artérias principais (ROWLAND, 1997).

Denomina-se AVE hemorrágico ao extravazamento de sangue para o parênquima encefálico por ruptura de vaso sanguíneo, causado por aneurisma ou malformação arteriovenosa. É caracterizado pelas hemorragias intracranianas as quais são classificadas em hemorragias intraparenquimatosas, intraventriculares e subaracnóidea. As hemorragias intraparenquimatosas são as causas mais comuns de AVE hemorrágico, especialmente em negros e asiáticos, devido a hipertensão e angiopatia amilóide cerebral. A hemorragia intraventricular primária é mais rara, estando associada à hipertensão, arterite e ao lúpus eritematoso. Por fim, a causa mais frequente da hemorragia subaracnóidea é o rompimento de um aneurisma sacular (BRAUNWALD et al., 2001).

Denomina-se AVE isquêmico a redução ou interrupção do fluxo sanguíneo ocasionada por um trombo ou um êmbolo. Essa limitação do aporte de nutrientes pode se estender de segundos a alguns minutos. Os sintomas se manifestam a partir de 10 segundos da restrição, quando se inicia um processo de sofrimento celular por rápida ausência de energia, lesando o tecido encefálico (ROWLAND, 1997).

Denomina-se isquemia cerebral global à diminuição do fluxo sanguíneo por longa duração de uma grande artéria cerebral, ocasionando uma extensa área de necrose nas zonas adjacentes a ela. Uma isquemia focal ou infarto são produzidos por trombose dos vasos cerebrais ou por deslocamento de êmbolos de uma artéria proveniente do coração (BRAUNWALD et al., 2001).

O AVE isquêmico possui uma frequência de 4 a 5 vezes maiores que o AVE hemorrágico, sendo o causador de 70 a 80% de todos os AVE (ROWLAND, 1997). Embora os eventos hemorrágicos contribuam apenas com 5 a 10% dos AVE, a sua gravidade é responsável por um quarto dos óbitos advindos diretamente da doença (KNOBEL, 1994), e seu prognóstico está relacionado ao volume do hematoma (BRASIL, 2013b). Dentre as hemorragias intracranianas, a ruptura de aneurisma está ligada a 60% da incidência de morte e a uma pobre recuperação funcional dos sobreviventes (BRAUNWALD et al., 2001).

Os sinais e sintomas possuem início marcante, apresentando-se como forte cefaléia, rigidez nuchal, vômitos, disfagia, sintomas de hemiparesia e hemiparestesia, sendo que aproximadamente 50% dos pacientes perdem a consciência no momento

do evento. Os déficits neurológicos podem não se alterar ou rapidamente progredirem tornando-se mais graves (BRAUNWALD et al., 2001).

O acometimento da artéria cerebral média (ACM), responsável pela irrigação da face súpero-lateral do córtex, ocasiona uma hemiparesia contralateral de tronco, membro superior e face, hemianopsia, diminuição da sensibilidade contralateral, comprometimento da fala (comprometimento do hemisfério esquerdo), e perturbações percepto-visuoespaciais (comprometimento do hemisfério direito). O comprometimento da artéria cerebral anterior, a qual irriga a face medial do hemisfério cerebral, levará a déficits cognitivos, anormalidades comportamentais, e hemiparesia contralateral maior do membro inferior. O acometimento da artéria cerebral posterior, responsável pelo lobo occipital, traz consigo possíveis déficits visuais, alteração da memória e perda da sensibilidade contralateral (MACHADO, 2000).

Os AVEs que comprometem o sistema vertebrobasilar (responsável por grande parte do suprimento sanguíneo do bulbo, ponte, mesencéfalo e cerebelo) manifestam um quadro clínico complexo, com lesões de nervos cranianos, sinais cerebelares, além da hemiparesia e hemiparestesia (KNOBEL, 1994).

O manejo médico do paciente agudo requer o diagnóstico clínico do AVE, e um procedimento ordenado de avaliação e tratamento deste indivíduo. Seu objetivo principal é a estabilização hemodinâmica deste paciente, prevenindo novos eventos e/ou revertendo os prejuízos da lesão (BRAUNWALD et al., 2001). Neste sentido, alguns exames complementares são realizados precocemente para auxílio do diagnóstico clínico, como por exemplo, a realização da tomografia computadorizada não contrastada, para a diferenciação entre isquemia e hemorragia. Para estudos detalhados da lesão, outros exames de imagem podem ser necessários como a ressonância magnética funcional, a angiografia, ultra-sonografia Doppler, além de exames como eletroencefalograma, exame do líquido, dentre outros (KNOBEL, 1994).

O objetivo clínico para o paciente agudo consiste em proporcionar medidas gerais de suporte clínico (ventilação pulmonar, monitorização do ritmo cardíaco, sonda nasogástrica entre outros) e providenciar a melhora da perfusão cerebral. Fatores como a pressão intracraniana, pressão arterial, elementos celulares sanguíneos, concentração de gás carbônico são fatores importantes na regulação do fluxo sanguíneo. Na tentativa de recuperar rapidamente a perfusão cerebral do paciente que sofre um infarto cerebral são utilizados agentes trombolíticos, antiplaquetários, e medidas neuroprotetoras. Já nas hemorragias intracranianas, o objetivo principal é a

cessação do evento hemorrágico e/ou a diminuição da pressão intracraniana por meios farmacológicos, procedimentos clínicos e cirúrgicos (BRAUNWALD et al., 2001).

O prognóstico de recuperação dos indivíduos com AVE variará do tamanho e local da lesão, se hemorrágico ou isquêmico, idade, estado prévio, dentre outros fatores (PATEL et al., 2000; RADANOVIC, 2000). Na fase aguda, a recuperação inicial se dará pela resolução do edema e restauração do tecido não destruído (PATEL et al., 2000). Conforme mencionado, as sequelas decorrentes do AVE trazem incapacidade e impedem a atividade e participação do indivíduo. A diminuição da funcionalidade afeta a qualidade de vida em pacientes crônicos (principalmente em indivíduos mais velhos), naqueles em que a lesão é mais recente, ou em sujeitos cuja dependência é maior (FRÓES et al., 2011). Fatores como a depressão e pertencer ao gênero feminino também afetam negativamente a qualidade de vida dos pacientes (MOTA; NICOLATO, 2008).

A paralisia parcial (hemiparesia) ou completa (hemiplegia) de determinados músculos do membro superior é um dos sintomas dessa doença que pode exercer um impacto significativo sobre as atividades cotidianas dos indivíduos (SACCO et al., 2013). Em consequência, a utilização do membro superior acometido em atividades como alcance, manipulação de objetos (RUNNARONG et al., 2013), alimentação (POOLE et al., 2011) e demais tarefas cotidianas (MICIELSEN et al., 2012) podem se tornar difícil ou mesmo impossível. Dessa forma a reabilitação deste membro é essencial em todos os estágios do tratamento e tende a favorecer a independência dos indivíduos em atividades funcionais (OUJAAMA et al., 2009).

A reabilitação possui papel fundamental para diminuição das incapacidades geradas pelo AVE. Os profissionais envolvidos atuam precocemente minimizando e prevenindo complicações da imobilidade, orientando familiares sobre os déficits neurológicos, encorajando paciente e família a enfrentarem a nova realidade após internação.

2.3 LESÃO DO CÓRTEX SOMATOSSENSORIAL

De acordo com a literatura, existe um padrão normativo de ativação do córtex somatossensorial para a estimulação tátil, seja de ordem elétrica ou mecânica. Os

trabalhos demonstraram que este padrão de ativação se diferencia imediatamente após a lesão e que ao longo dos meses existe uma tentativa de restauração do SNC à condição prévia. Neste processo, algumas regiões corticais normalmente não recrutadas em indivíduos saudáveis são requisitadas por indivíduos com AVE, conforme descrito a seguir.

Em indivíduos saudáveis, a estimulação elétrica unilateral do nervo mediano provoca a ativação do tálamo contralateral, S1 contralateral, córtex parietal posterior contralateral, S2 bilateral, insula contralateral, córtex cingulado medial contralateral, e cerebelo ipsilateral (KLINGNER et al., 2011). Eickhoff et al. (2008) verificaram que em indivíduos normais S2 é ativado bilateralmente pela estimulação tátil unilateral, porém com ativação única ipsilateral da área 2 de S1. Esta comunicação entre CS foi creditada as conexões transcalosas. As fibras transcalosas são responsáveis pela comunicação entre S1 e S2: S1 projeta fibras para S1 e S2 contralaterais, e S2 para S1 e S2 contralaterais, transmitindo informações sensoriais de uma área a outra e permitindo que áreas somatossensoriais recebam informações ipsilaterais.

A região parasilviana (insula, córtex parietal, e S2) contralateral é considerada uma área secundária do processamento sensorial envolvida em funções complexas como atenção, discriminação da textura tátil, integração sensoriomotora, integração do *input* nociceptivo com o não nociceptivo. Além disso, a ativação bilateral desta área responde tanto a presença como a ausência do estímulo, independentemente da natureza do mesmo (YAMASHIRO et al., 2009). Em especial, os padrões de disparo dos neurônios de S2 são modificados pela atenção seletiva, onde suas respostas dependem de um contexto ou estado motivacional (KANDEL et al., 2003).

Conforme observado, existe uma íntima ligação entre os córtices somatossensoriais, denotando inclusive uma interdependência para um processamento sensorial adequado. Embora a contribuição do hemisfério contralateral na recuperação motora seja muito abordada na literatura, sua contribuição para a recuperação sensorial ainda está em desenvolvimento.

Tecchio et al. (2007) utilizando o eletroencefalograma constataram haver um recrutamento assimétrico entre hemisférios na fase aguda na área do CS em 10 sujeitos que sofreram infarto da ACM. Entretanto, esta ativação assimétrica foi diminuída ao longo de meses, demonstrando um processo de reparo da injúria. Os indivíduos que se recuperaram totalmente do ponto de vista funcional possuíam uma ativação semelhante aos indivíduos saudáveis, enquanto aqueles com recuperação

parcial, ainda demonstravam um recrutamento incomum com uma excessiva ativação inter-hemisférica da área sensoriomotora.

Jang (2011) em um estudo com 2 pacientes com lesão em hemisfério esquerdo, constataram que a movimentação passiva dos membros ativou S1 e o córtex parietal posterior contralateral, assim como nos indivíduos controle, indicando um padrão de recuperação sensorial após 6 meses de lesão. Borstad et al. (2012), em um estudo realizado em uma amostra de 10 indivíduos subagudos e crônicos, observaram que 60% da amostra possuía déficits sensoriais de discriminação bilateral. Por meio da Ressonância Magnética Funcional e da tractografia foi confirmada uma ativação cortical parietal muito semelhante à de indivíduos normais, porém com aumento da intensidade de ativação do precuneus, o que não ocorreu no grupo controle. A ativação do precuneus durante a estimulação somatossensitiva não é esperada em sujeitos normais. O precuneus está envolvido em representações do *self* (primeira pessoa) como nas atividades que requerem orientações espaciais (CAVANNA; TRIMBLE, 2006).

Serino & Haggard (2010) sugerem que a representação somatotópica de S1 representa não somente a localização dos sítios corporais, mas também reflete a percepção tátil do estímulo. Portanto, qualquer mudança ocorrida em locais de ativação de S1 seriam passíveis de produzir variações perceptuais.

2.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL DO INDIVÍDUO COM AVE

Segundo a Associação Americana de Fisioterapia (APTA, 2014), a obtenção de medidas é parte integral da prática fisioterápica. Por meio de avaliações o fisioterapeuta é capaz de estabelecer objetivos e metas a seus pacientes, avaliar resultados e implementar o plano de tratamento necessário. As mensurações informam sobre o *status* funcional ou sobre as condições de saúde do indivíduo, analisando as limitações nas atividades e as restrições na participação social. Além disso, as mensurações são importantes para a pesquisa clínica e para elaboração de políticas de saúde que atuarão na prevenção e tratamento das condições de saúde.

A escolha apropriada de testes e medidas está ligada às propriedades psicométricas do constructo, como a confiabilidade, validade, sensibilidade à detecção de mudanças, além da utilidade clínica dos mesmos (APTA, 2014).

Uma gama de testes que avaliam o indivíduo após AVE estão disponíveis para o fisioterapeuta, provendo-o de informações sobre alterações funcionais, globais, além dos déficits motores e sensoriais (LYDEN; HANTSON, 1998).

Os testes clínicos sensoriais são amplamente empregados no dia-a-dia terapêutico, por serem de rápida aplicação e possuírem baixo custo. Além disso, a literatura vem relatando índices de confiança moderados a bons para avaliações psicofísicas como o Teste de Discriminação de 2 Pontos (MOBERG, 1990), o Teste dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein (DANNENBAUM; DE MONTRÉAL, 2002) e o Teste do Diapasão para avaliação da sensibilidade vibratória (NOVAK, 2001). Algumas das mensurações sensoriais dedicam-se a avaliar uma única modalidade sensorial. Entretanto, existem avaliações que agregam o exame de diversas modalidades sensoriais como a Escala Sensorial de Fugl-Meyer (SULLIVAN et al., 2011), *Rivermead Assessment of Somatosensory Performance* (WINWARD et al., 1999) e a Avaliação Sensorial de Nottingham (LINCOLN; JACKSON, 1998).

As avaliações sensoriais clínicas também impõem seus desafios. Em lesões centrais, por exemplo, a avaliação das sensações é frequentemente dificultada pela necessidade da descrição do indivíduo, prejudicando a quantificação da mesma (NOVAK, 2001). Conforme dito anteriormente, questões relacionadas à experiência do examinador podem influenciar tanto a aplicação quanto a interpretação dos resultados.

2.5 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA

A preocupação com o tratamento de condições patológicas sempre foi uma preocupação humana. Existem relatos da era antiga (395 d.C), na qual doenças eram tratadas com agentes físicos como calor, frio, água, sol. Dessa forma, a eletricidade também foi um recurso explorado como meio terapêutico, quando peixes elétricos e enguias foram utilizados para o tratamento de doenças (KITCHEN; BAZIN, 1998).

Na idade média, Luigi Galvani (1791) registrou os efeitos da passagem da eletricidade na musculatura esquelética de uma rã. Alguns anos mais tarde, a eletroterapia avançou com Faraday (1831) no desenvolvimento da liberação da corrente alternada, e com Duchenne de Boulogne (1883) quando criou eletrodos para a estimulação percutânea, utilizando o que denominou “correntes localizadas” na musculatura esquelética. Por meio de sua pesquisa, foram descobertos pontos

motores na musculatura estriada, os quais ocasionavam fortes contrações. A partir deste momento, as correntes foram divididas entre galvânicas (pulsos unidirecionais com mais de 1 s de duração) e farádicas (pulsos curtos entre 0,1 e 1 ms com frequências entre 30 e 100 Hz) (KITCHEN; BAZIN, 1998).

Com o passar dos anos, o desenvolvimento tecnológico permitiu o emprego da eletricidade com finalidade terapêutica, auxiliando na reabilitação de diversas patologias ortopédicas e neurológicas.

A eletroterapia terapêutica é uma intervenção bastante estabelecida na prática clínica e consiste na utilização de correntes elétricas para tratamento de condições de saúde. Seu princípio básico consiste na transferência de energia de um equipamento para os tecidos biológicos resultando em diversas alterações fisiológicas (WATSON, 2009).

Atualmente, o mercado oferece uma série de equipamentos que vão ao encontro das necessidades da reabilitação. A estimulação elétrica neuromuscular (NMES), estimulação elétrica neurofuncional (FES), a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) e a corrente russa (CR) são alguns exemplos de modalidades eletroterapêuticas. Com mecanismos de ação variados, a intervenção por meio da eletroterapia permite, por exemplo, a contração muscular pela ativação da fibra nervosa eferente (NMES, FES e CR) ou favorece a analgesia em condições dolorosas por meio da estimulação do nervo aferente (TENS) (BAZIN et al., 2009).

Além da função terapêutica, a eletricidade é atualmente utilizada para a realização de estudos neurofisiológicos, permitindo a compreensão funcional do sistema nervoso central e periférico, bem como do sistema neuromuscular. A velocidade da condução nervosa (motora e sensorial), os estudos de eletroneuromiografia, e a mensuração dos potenciais evocados são exemplos de avaliações eletrodiagnósticas (BRAUNWALD et al., 2001; ROWLAND, 1997).

Os estudos de condução nervosa (CN) são registros de respostas elétricas em fibras nervosas determinando a velocidade de condução das mesmas. Podem ser complementados pela eletromiografia (EMG), permitindo determinar a presença e a extensão da patologia nervosa periférica (ROWLAND, 1997).

Os estudos de CN motora são utilizados para diagnóstico e acompanhamento de patologias de caráter neuromuscular. Dentre as patologias estudadas estão àquelas ligadas ao corno anterior da medula, as de comprometimento estritamente muscular (LORENZONI et al., 2006) e compressões nervosas (SCOLA et al., 1999).

Podem estar associados ao estudo de condução nervosa sensitiva (ROWLAND, 1997).

Os estudos CN sensitiva são utilizados para auxiliar na detecção e manejo de polineuropatias diversas causadas pela diabetes (HEISSET et al., 2011), medicamentosa (PASQUINI; WERNECK, 1998) e hanseníase (BRASIL-NETO, 1992); no diagnóstico, classificação e acompanhamento de lesões dos nervos periféricos sejam de ordem traumática, adquirida ou congênita (GUIMAR; KOUYOUMDJAIAN, 2010; JULIANO, 1992; SCOLA et al., 1999; SILVA et al., 2010a); no diagnóstico das neuropatias como a Esclerose Lateral Amiotrófica (GREGORY et al., 1993) e Charcot-Marie-Tooth (RIBAS et al., 2003); dentre outras patologias.

Os Potenciais Evocados (PE) são respostas do sistema nervoso central aos estímulos motores, sensoriais ou cognitivos, consistindo em uma sequência de ondas com latências, amplitude e polaridade específicas. Os PE são classificados de acordo com o tipo do estímulo externo (visual, auditivo, gustativo, olfativo, motor e somatossensorial), sua origem (cortical ou subcortical), a taxa de estimulação (transiente ou em regime permanente), dentre outros (MISULIS, 2003), tornando possível o estudo da integridade das vias periféricas e de áreas funcionais corticais. O estímulo elétrico é capaz de eliciar um Potencial Evocado Somatossensitivo (CRUCCU et al., 2008).

Para o registro e mensuração do Potencial Evocado Somatossensitivo emprega-se o Eletroencefalograma, o qual é amplamente aceito na literatura para estudos em indivíduos saudáveis ou com comprometimento neurológico (CHU, 1986; TECCHIO et al., 2006; TECCHIO et al., 2000). Esse instrumento tem sido utilizado na prática clínica e na pesquisa para diagnóstico, identificação, classificação e estudo dos sinais bioelétricos neurofisiológicos (BONINI-ROCHA et al., 2008). Dentre as várias aplicabilidades clínicas do PE, pode-se citar a detecção de distúrbios auditivos (ANGRISANI et al., 2013), visuais (SACAI; BEREZOVSKY, 2007), doenças do SN (MATAS et al., 2010) e avaliação do paciente comatoso (KNOBEL, 1994).

Também se encaixam nos estudos eletrofisiológicos a Monitorização Eletrofisiológica Operatória que consiste na utilização do Eletroencefalograma, Eletromiografia e PE para monitorização de cirurgias ortopédicas e neurológicas, permitindo que o estudo em tempo real das manifestações neurofisiológicas auxilie o cirurgião na elaboração de estratégias e tomadas de decisão, minimizando déficits neurológicos pós-cirúrgicos (PUERTAS et al., 2009).

2.6 LIMIAR DE PERCEPÇÃO SENSORIAL

As informações sensoriais advindas dos receptores cutâneos são levadas ao córtex somatossensorial, e embora tenham o componente periférico representado pelos receptores e nervos, possuem, em última instância, uma organização central. As informações sensoriais são integradas a outras modalidades sensoriais (como visão, audição, gustação, olfação) e aos sistemas neurais que controlam a emoção, atenção e percepção, fazendo com que o indivíduo efetivamente interaja com o meio externo (MCGLONE et al., 2002b).

Nas últimas décadas, o interesse dos pesquisadores em relação a avaliação do limiar sensorial tem aumentado, e protocolos e equipamentos estão sendo desenvolvidos para permitir avaliações psicofísicas a diversos estímulos como pressão, temperatura (frio e calor), vibração e dor (HAYES et al., 2002; KRASSIOUKOV et al., 1999; ROLKE et al., 2006).

Conforme dito anteriormente, a estimulação elétrica tem sido utilizada com finalidade diagnóstica, permitindo os estudos das vias aferentes, especialmente em situações patológicas. A avaliação do limiar sensorial ao estímulo elétrico tem sido objeto de estudo não somente em indivíduos saudáveis (OBERT et al., 2011), mas também para aqueles com comprometimento do SNC como a lesão medular (LAUSCHKE et al., 2011), e o AVE (EEK; ENGARDT, 2003; HEDMAN; SULLIVAN, 2011; ROOSINK et al., 2011). Para tanto, os autores empregaram a estimulação elétrica por meio do estímulo pulsátil.

Nas últimas 2 décadas, a corrente senoidal vem sendo utilizada para a avaliação psicofísica das fibras sensoriais em indivíduos saudáveis (FÉLIX et al., 2009; PIMENTEL et al., 2006), com hanseníase (MARTINS et al., 2013), neuropatia diabética (BERGMAN et al., 1989; MATSUTOMO; TAKEBAYASHI; ASO, 2005), sensibilidade do tracto urinário (WYNDAELE et al., 2005), além do acompanhamento pós- cirúrgico de transplante de dedos (CHU, 1996).

A corrente senoidal é capaz de detectar o limiar elétrico de percepção sensorial a uma quantidade mínima de corrente (KATIMS et al., 1986; OSHIMA et al., 2003). Com o uso deste tipo de estímulo é possível identificar e diferenciar fibras nervosas de acordo com frequências distintas além de eliciar sensações perceptuais diferentes (FÉLIX et al., 2009; MARTINS et al., 2013; OSHIMA et al., 2003). Para isso,

frequências variadas bem como seus arranjos vem sendo utilizados para o estudo das vias sensoriais. As frequências de 1 Hz, 5 Hz, 250 Hz, 2000 Hz e 3000 Hz são as mais constantemente investigadas pelos pesquisadores (KATIMS et al, 1986; FÉLIX et al., 2009; OSHIMA et al., 2003; TIERRA-CRIOLLO et al, 2006; MARTINS et al., 2013) propiciando novos paradigmas para a avaliação sensorial.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Tratou-se de um estudo piloto com delineamento transversal descritivo em série de casos no qual se investigou a percepção psicofísica ao estímulo elétrico periférico em indivíduos acometidos por AVE crônico. Para a mensuração do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (LEPS) foi empregado o estimulador elétrico NeuroStim (MARTINS, 2008). Os valores do LEPS e do Tempo de Reação (TR) foram comparados a um grupo de indivíduos saudáveis.

3.2 PARTICIPANTES

A pesquisa foi constituída por 2 grupos: um grupo controle, formado por indivíduos saudáveis e um grupo experimental, formado por indivíduos com sequelas de AVE.

Os sujeitos com AVE foram recrutados no departamento de Neurologia do Hospital Evangélico de Belo Horizonte (Autorização Hospital Evangélico em Anexo I), em clínicas e ambulatórios, por meio de telefonema ou da entrega de uma carta convite.

Para formar o grupo controle, foram recrutados na comunidade local indivíduos considerados saudáveis por terem o cognitivo preservado, avaliado pelo Mini Exame do Estado Mental (escore \geq 18), sensibilidade preservada em mãos testada pelo Teste dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein, ausência de doenças neurológicas ou osteomioarticulares.

O grupo experimental foi constituído por indivíduos com diagnóstico médico de AVE, cujos critérios de inclusão foram: (a) acometimento da artéria cerebral média; (b) com faixa etária entre 18 a 80 anos, (c) com hemiparesia após episódio único, (d) sem alterações cognitivas segundo o Mini Exame de Estado Mental (escore \geq 18) (SANTOS-COUTO-PAZ et al, 2013), (e) deveriam ter comprometimento de leve a moderado (menor que 5,2 em uma escala que varia de 0,0 para nenhum tipo de comprometimento até 6,8 para um comprometimento total dos itens avaliados), classificado de acordo com a *Orpington Prognostic Scale*, ausência de outras doenças neurológicas e patologias osteomioarticulares em membros superiores, além de

serem capazes de realizar preensão com flexão de polegar parético a fim de conseguirem realizar o protocolo proposto. Para a caracterização do déficit sensorial das mãos, foi aplicado o Teste dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein.

Os critérios de exclusão para o grupo experimental e controle compreenderam: (a) fobia à estimulação elétrica, (b) dor em membros superiores, (c) ferida aberta próxima ao local da estimulação, (d) cicatrizes ao longo do trajeto do nervo periférico, (e) uso de marca-passo.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRJ através do parecer CAAE nº 31791414.7.0000.5257 (ANEXO 2). Os objetivos e procedimentos da pesquisa foram explicados aos indivíduos, que de maneira voluntária concordaram em participar da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.3 INSTRUMENTAÇÃO E PROCEDIMENTOS

No contato inicial feito por telefone ou pessoalmente, foi investigada a história clínica dos sujeitos e analisado exames de imagens de ressonância magnética e tomografia computadorizada. Após a constatação do AVE com comprometimento da artéria cerebral média, o sujeito foi convidado oficialmente a participar da pesquisa.

O procedimento da coleta foi iniciado com a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1 e 2) e uma avaliação inicial do estado cognitivo do indivíduo por meio do Mini Exame do Estado Mental (BRUCKI et al., 2003) (Anexo 3), além do registro das características clínicas e sócio-demográficas dos indivíduos. Então foram aplicadas a *Orpington Prognostic Scale* (RIECK; MORELAND, 2005) (Anexo 4) para avaliação do grau de comprometimento causado pelo AVE; estesiometria com Monofilamentos de Semmes-Weinstein em ambas as mãos (DANNENBAUM et al., 2002) para a avaliação da sensibilidade tátil. Após a avaliação clínica, houve uma breve pausa para que o indivíduo pudesse se alimentar e ir ao banheiro. Em seguida, avaliou-se a temperatura corporal de ambas as mãos com um termômetro digital infravermelho, da marca *Colorcheck*, com resolução de 0,1 ° C. Caso houvesse diferença superior a 1° C, a mão mais fria foi envolta em uma toalha e aquecida até ficar com a temperatura da outra mão (este procedimento foi

necessário realizar somente em dois dos voluntários após AVE). Passou-se então para a mensuração do LEPS por meio do NeuroStim.

As mensurações da estesiometria e LEPS foram realizadas pela mesma examinadora.

O tempo total de coleta foi de aproximadamente 3 horas para o Grupo Experimental, já que houve necessidade por parte dos indivíduos mais idosos locomoverem-se e irem ao banheiro. Outra questão enfrentada nas coletas destes indivíduos foi uma contraposição entre o desejo de se participar do estudo e a manifestação de certa impaciência para terminar o protocolo. Quando essa situação surgia, a examinadora parava imediatamente a coleta, e oferecia um lanche ou uma breve conversa para minimizar a ansiedade e o cansaço do indivíduo. Passado este momento, dava-se continuidade a coleta e todos os indivíduos selecionados conseguiram terminar o protocolo.

3.3.1 Mini Exame do Estado Mental

O Mini Exame do Estado Mental (MEEM) originalmente elaborado por Folstein & Folstein (1975) é um instrumento de boa confiabilidade (Coeficiente de Confiabilidade Intraclasse ICC= 0,98) amplamente difundido em clínica e em pesquisa para a detecção de perdas cognitivas. Este teste é constituído por 11 questões divididas em 2 seções: a primeira requer respostas verbais do indivíduo para questões relacionadas a orientação, memória e atenção. Na segunda seção, é testada a habilidade de nomear objetos, escrever e seguir comandos verbais, escrita espontânea e copiar um polígono complexo. O escore total é de 30 pontos, e apresenta ponto de corte dependente da escolaridade do indivíduo.

3.3.2 Orpington Prognostic Scale

A *Orpington Prognostic Scale* (OPS) é um teste que avalia o prognóstico de indivíduos após AVE por meio da mensuração da gravidade da doença. Os domínios da OPS mensuram déficit motor, propriocepção, equilíbrio e cognição utilizando escalas ordinais. Todos os domínios são avaliados pelo examinador, exceto o componente cognitivo o qual pode ou não ser preenchido pelo próprio indivíduo. Os escores variam entre 1,6 (baixo nível de incapacidade) a 6,8 (alto nível de

incapacidade). Possui boa confiabilidade entre avaliadores (Coeficiente Interclasse ICC= 0,99) e teste-reteste (Coeficiente Intraclasse ICC= 0,95) (RIECK; MORELAND, 2005).

3.3.3 Monofilamentos de Semmes-Weinstein

Os Monofilamentos de Semmes-Weinstein (MSW) é um método usado para avaliar a sensibilidade cutânea. Os MSW são amplamente difundidos na prática clínica por serem não invasivos e de fácil manejo. O Kit utilizado nesta pesquisa foi composto por 5 monofilamentos de nylon, com diâmetros diferentes, fixados em um tubo de plástico. Cada monofilamento possui uma cor distinta, representando uma gramatura diferente. Suas cores e ordem de aplicação são representadas pelo verde, azul, violeta, vermelho escuro, laranja e vermelho magenta, correspondendo aos valores 0,05g, 0,2g, 2,0g, 4,0g, 10,0g e 300,0g, respectivamente (Figura 1).

Figura 1: Kit dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein



Fonte: Autorizado por Bauru-Sorri Ltda.

Para realizar o teste, o examinador deve posicionar o monofilamento perpendicularmente à pele do indivíduo, aplicando uma força suficiente para provocar uma deformação em arco do fio de nylon, e então retirá-lo. O indivíduo deve identificar

o estímulo verbalmente ou apontar a região de aplicação, com os olhos previamente fechados em ambos os casos. Caso não consiga sentir o toque, passa-se ao monofilamento seguinte, com maior gramatura (TRACEY et al., 2012).

Conforme o manual do fabricante (Bauru-Sorri Ltda), a relação da perda da sensibilidade com a gramatura e cor, estão descritos no Quadro 1:

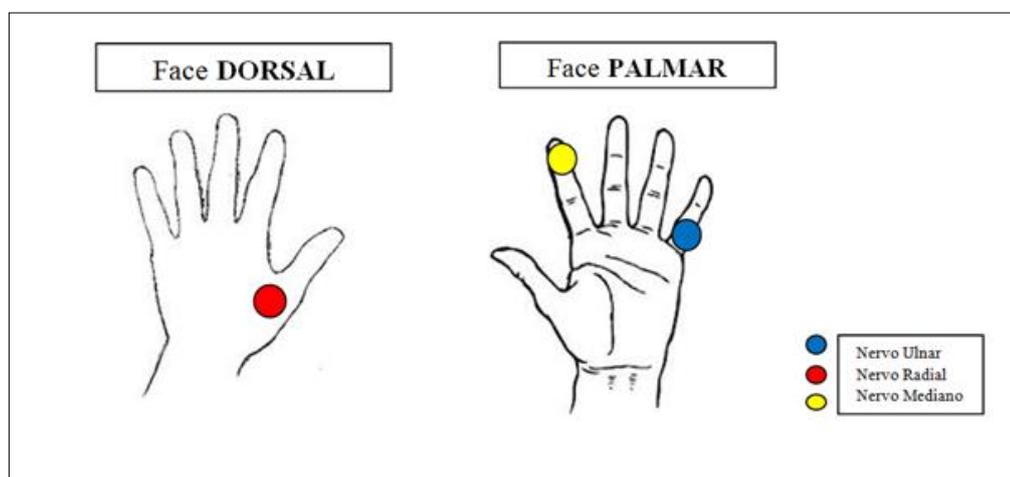
Quadro 1: interpretação dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein.

Nominal	Cor	Significado
0,05g	Verde	Sensibilidade normal em qualquer região do corpo.
0,2g	Azul	Diminuição do tato (normal na região plantar). Dificuldade para discriminar textura.
2,0g	Violeta	Sensibilidade protetora diminuída (diminuição do tato plantar). Incapacidade de discriminar textura. Dificuldade para discriminar formas e temperatura.
4,0g	Vermelho	Perda da sensibilidade protetora (pode representar diminuição da sensibilidade protetora na região plantar). Incapacidade de discriminar formas e temperatura.
10,0g	Laranja	Perda da sensibilidade protetora no pé.
300,0g	Magenta	Permanência da sensação de pressão profunda.
-	Preto	Perda da sensação de pressão profunda.

Fonte: Bauru-Sorri LTDA.

O protocolo de aplicação do MSW consistiu na escolha de 3 pontos das mãos de acordo com manual de aplicação dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein, conforme Figura 2.

Figura 2: Locais para aplicação dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein,



Fonte: própria autora

O paciente foi assentado em uma cadeira de frente para uma mesa, na qual apoiou seus membros superiores. A escolha da ordem de aplicação foi da menor gramatura para a maior. A mensuração foi realizada de acordo com o processo descrito acima, e caso o sujeito não conseguisse identificar o local avaliado, a testagem era repetida por até 3 vezes. Nos indivíduos com AVE, o lado não parético foi mensurado primeiramente. A administração do teste foi realizada por uma examinadora com experiência na aplicação do mesmo. Após a realização do Teste dos MSW passou-se para o período de mensuração do LEPS.

A classificação de perda sensorial relacionada a profundidade do acometimento seguiu a metodologia sugerida por CORDEIRO et al (2014) que consideraram perda sensorial grave a partir do monofilamento vermelho (4,0 g).

3.3.4 Mensuração do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (LEPS)

Segundo Martins (2008), o NeuroStim (Figura 3) foi desenvolvido tanto para executar o teste padrão para avaliação psicofísica, quanto para ser empregado na pesquisa de novos paradigmas de neuroestimulação por corrente constante (fonte de corrente). Utilizado em pesquisas anteriores (MARTINS, 2008; MARTINS et al., 2013), este sistema permite ao usuário controlar todos os parâmetros envolvidos no procedimento, como por exemplo, a frequência, a fase, a intensidade, a forma da onda, o tempo de duração do estímulo e o tempo entre estímulos. O sistema é capaz de gerar senóides em frequências de 1 Hz a 5 kHz em intervalos de 0,01 Hz e intensidade de corrente do estímulo até 8 mA de pico em intervalos de 8 μ A.

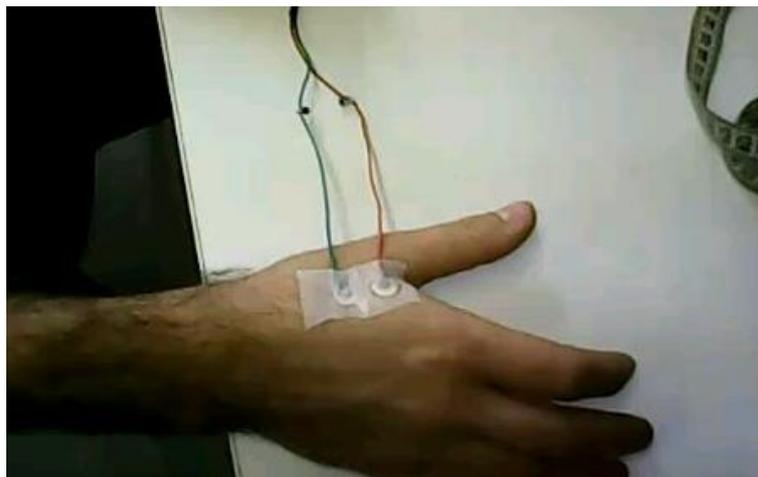
Figura 3: Neurostim: unidade de corrente, eletrodos e acionador.



Fonte: própria autora.

Para este trabalho, o LEPS foi aferido para as frequências de 1Hz, 250 Hz e 3.000 Hz. Para a estimulação, foram utilizados dois eletrodos de superfície de ouro de 10 mm de diâmetro, posicionados na região da tabaqueira anatômica localizada no dorso da mão. O catodo foi posicionado 2 cm proximalmente à tabaqueira anatômica e o anodo a 2 cm distalmente ao catodo de acordo com a Figura 4. Antes da colocação dos eletrodos, foi realizada a limpeza da pele da região com álcool e a aplicação de gel condutor (à base de água e cloreto de prata) à superfície dos eletrodos.

Figura 4: Disposição dos eletrodos na tabaqueira anatômica.

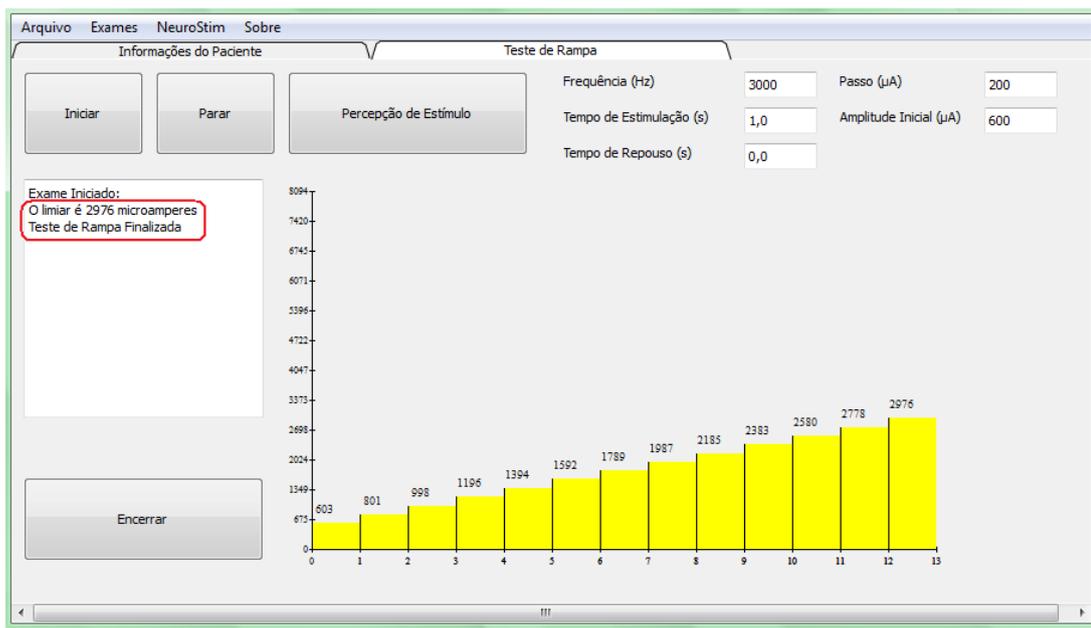


Fonte: própria autora.

Para iniciar o procedimento, fez-se uma breve avaliação do LEPS denominado Protocolo de Rampa. O Protocolo de Rampa possui as funções de apresentar ao

indivíduo o estímulo nas 3 frequências e permitir ao aplicador um valor aproximado do LEPS, necessário para iniciar o Teste da Mensuração do LEPS. Conforme observado na Figura 5, nesta etapa existe um incremento linear para cada frequência (1Hz: 50 μ A, 250 Hz: 100 μ A, 3000 Hz: 200 μ A) que é interrompido após o sujeito apertar o acionador.

Figura 5: Protocolo de Rampa.



Fonte: Martins (2013).

A segunda etapa consistiu no Teste da Mensuração do LEPS (Figura 6). A metodologia para obtenção dos valores do LEPS foi preconizada por Martins (2013):

1º Passo: o LEPS obtido no Protocolo de Rampa é utilizado como referência para se determinarem, de forma sistemática, os valores dos parâmetros “amplitude inicial” (A_i) e “incremento inicial” (INC) empregados na avaliação do limiar de sensibilidade. Para o Teste da Mensuração do LEPS, o valor de “ A_i ” foi igual à metade de LEPS de rampa e o valor de “INC” à metade de “ A_i ”.

2º Passo: o avaliador então definiu os parâmetros A_i e INC (baseados no item 1), da duração dos estímulos (Tempo ON), do tempo de repouso entre estímulos (Tempo OFF) e da frequência de estimulação. Deu-se então o início ao processo de

determinação de LEPS. Nesta pesquisa, cada estímulo possuía 3s de duração (Tempo ON) intercalados por 3s sem estimulação (Tempo OFF).

3º Passo: a cada novo período de estimulação (Tempo ON) o valor de A_i foi incrementado do valor de INC. Esse processo se repetiu até que o botão foi pressionado pelo indivíduo.

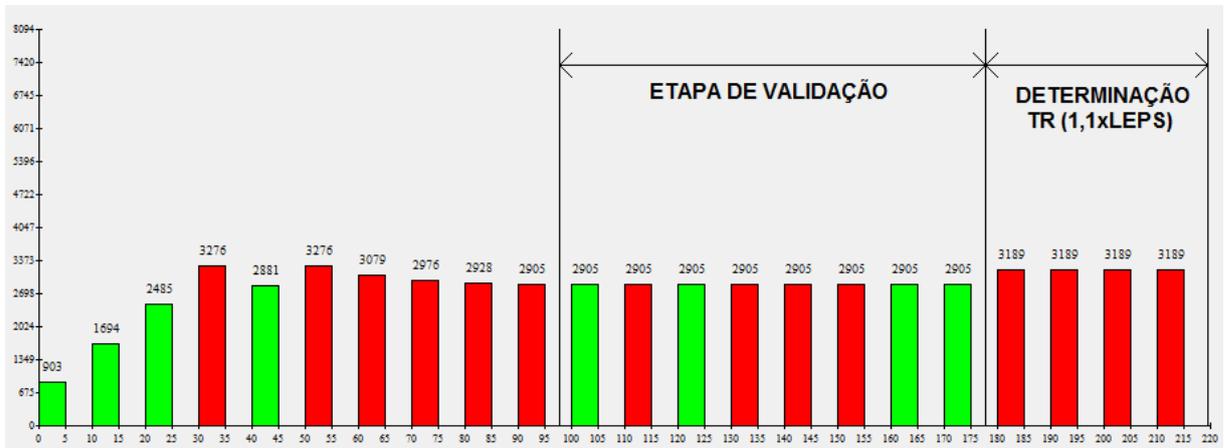
4º Passo: sempre que o botão fosse pressionado, a amplitude do estímulo diminuiria uma vez do valor de INC e o novo valor de incremento passaria a ser metade do anterior ($INC_{novo} = INC_{anterior}/2$). O passo 3 voltaria a ser executado normalmente, utilizando o novo valor de INC.

5º Passo: os passos 3 e 4 foram executados até que INC atingisse o seu valor mínimo ($8\mu A$), sendo a amplitude do estímulo, nesse momento, o valor aproximado do LEPS do indivíduo para aquela frequência.

Na Etapa de Validação, o sistema apresentava oito estímulos, sendo quatro deles com intensidade igual ao LEPS encontrado nas etapas anteriores e quatro com intensidade $0\mu A$ (estímulos placebo), apresentados de forma aleatória. Assim como nas etapas anteriores, o voluntário foi orientado a informar, através do botão acionador, quando houvesse estimulação perceptível. Caso ocorresse um mínimo de três acertos para cada tipo de estímulo (o placebo e com amplitude igual ao LEPS), o teste foi finalizado e o valor de amplitude apresentado como sendo o LEPS daquele indivíduo, para aquela frequência testada.

O cálculo do TR foi obtido por 4 estímulos finais aplicados com amplitude igual a $1,1 \times LEPS$. O valor de TR (s) utilizado foi a média obtida nestes estímulos (Figura 6). O indivíduo deveria acertar pelo menos 3 dos 4 estímulos apresentados de forma aleatória, dentro de um intervalo de tempo de 3 a 9 segundos, para que o Teste de Mensuração do LEPS fosse concluído.

Figura 6: Protocolo de Avaliação da Sensibilidade.



Fonte: Modificado de Martins (2013).

A ordem das frequências avaliadas foi alocada de maneira aleatória durante a coleta através de sorteio. Tanto para o Grupo Controle e Grupo AVE, ambos os membros superiores foram mensurados. A seleção do membro superior também foi realizada aleatoriamente por meio de um dado (face par para membro direito) no caso dos indivíduos controle. Para os indivíduos com AVE, a mão não acometida foi estimulada primeiramente.

No momento da percepção do estímulo, o indivíduo relatou verbalmente até duas sensações percebidas as quais foram registradas. Não foi permitida a descrição “choque”. As definições das sensações foram agrupadas de acordo com Martins et al. (2013) para fibra fina (X) e fibra grossa (Y) conforme o Quadro 2:

Quadro 2: Grupos de sensações descritas pelos indivíduos.

Grupo	Descritor
X	Picada, pontada, agulhada, queimação, beliscada, aquecimento, ou pontada fina.
Y	Aperto, pressão, formigamento, movimento, vibração, contração, toque ou dormência.
XY	Palavras relacionadas aos dois grupos.

Fonte: Martins et al., 2013

Antes de iniciar a coleta com o Grupo AVE, para o estabelecimento da reprodutibilidade das medidas obtidas, foi realizado o exame do LEPS em 27 indivíduos saudáveis, não pertencentes ao Grupo Controle, respeitando um intervalo mínimo de 7 dias entre as medidas, obtendo-se os seguintes valores do Coeficiente de Correlação Intraclasse: (ICC_{1Hz} : 0,729; ICC_{250Hz} : 0,705; ICC_{3000Hz} : 0,876).

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

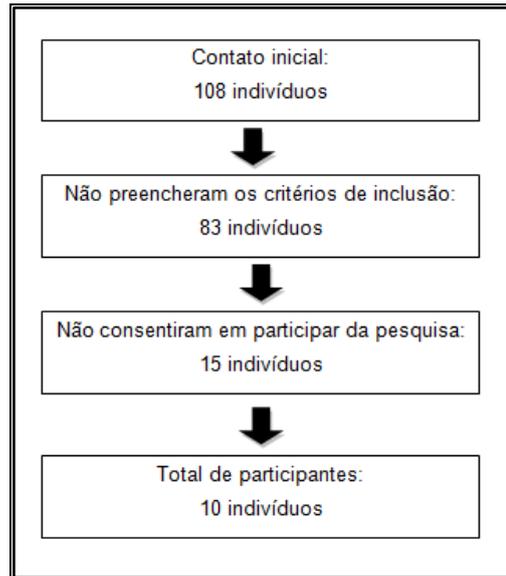
Para a verificação da normalidade da amostra foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*, o qual demonstrou que os dados não seguem uma distribuição gaussiana.

Foi realizada uma análise descritiva dos dados, onde foi calculado a média, desvio padrão e quartis para as contínuas. Para comparar os grupos foram considerados os testes não paramétricos *Wilcoxon Signed Rank* e *Mann Whitney*, para o caso de amostras dependentes e independentes, respectivamente, considerando um nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

O Grupo AVE foi constituído por 10 indivíduos. As etapas do recrutamento estão representadas no fluxograma abaixo (Figura 7):

Figura 7: Etapas do Recrutamento do Grupo AVE.



O Grupo Controle foi constituído por 22 indivíduos. As características demográficas dos grupos experimental e controle estão dispostas na Tabela 1. Na Tabela 2 foram descritas as características demográficas do Grupo AVE por indivíduo.

Tabela 1: Características demográficas dos indivíduos.

<i>Variáveis</i>	<i>Grupo AVE (n=10)</i>	<i>Grupo Controle (n=22)</i>
Idade (anos)	55 ± 7,29	52,5 ± 7,29
Sexo		
Homens (%)	70	45
Mulheres (%)	30	55
Tempo pós evento (anos)	8,4 ± 9,3	-
Tipo do AVE		
Isquêmico (%)	60	-
Hemorrágico (%)	40	-
Hemisfério lesado		
Direito (%)	50	-
Esquerdo (%)	50	-

*Valores expressos em média ± desvio padrão

Tabela 2: Características demográficas do Grupo AVE por indivíduo.

Indivíduos	Idade	Sexo	Tempo de Acometimento (anos)	Tipo	Hemisfério Lesado
1	50	F	30,2	Hemorragico	E
2	56	M	14,2	Isquêmico	D
3	54	M	4	Hemorragico	D
4	63	F	0,9	Isquêmico	D
5	50	F	4	Isquêmico	D
6	45	M	16	Hemorragico	D
7	50	M	6,5	Isquêmico	E
8	51	M	12	Isquêmico	E
9	65	M	7,2	Isquêmico	E
10	66	M	0,8	Hemorragico	D

Legenda: F: feminino; M: masculino; E: esquerdo; D: direito.

As pontuações alcançadas pelo Grupo AVE no Mini Exame do Estado Mental e na *Orpington Prognostic Scale* estão explicitadas na Tabela 3. **Tabela 3: Pontuação do Grupo AVE no Mini Exame do Estado Mental e *Orpington Prognostic Scale***

Tabela 3: Pontuação do Grupo AVE no Mini Exame do Estado Mental e *Orpington Prognostic Scale*

Indivíduos	Mini Exame do Estado Mental	Orpington Prognostic Scale
1	29	2
2	26	2
3	30	2,4
4	28	2,8
5	30	2,8
6	21	4,8
7	27	2
8	29	2
9	30	2,4
10	27	2,4

Em relação ao estesiometria realizada com os MSW e apresentada no Quadro 3, os sujeitos com AVE apresentaram déficits sensoriais graves em mão parética para os dermatômos dos nervos radial, ulnar e mediano, sendo em 2 dos indivíduos a perda sensorial profunda, com ausência de percepção para 2 dermatômos (cor negro). Na mão não parética, não se verificaram comprometimentos sensoriais (cor verde), sendo que somente 2 indivíduos apresentaram perda sensorial leve (cor azul).

Quadro 3: Resultado do Teste dos Monofilamentos de Semmes-Weinstein em dermatômos dos nervos radial, mediano e ulnar em Grupo AVE.

Indivíduos	Mão do Membro Superior Parético			Mão do Membro Superior Não Parético		
	Radial	Mediano	Ulnar	Radial	Mediano	Ulnar
1	verde	azul	verde	verde	verde	verde
2	azul	azul	verde	verde	verde	azul
3	verde	vermelho	vermelho	verde	verde	verde
4	azul	verde	azul	verde	verde	verde
5	verde	verde	verde	verde	verde	verde
6	preto	preto	vermelho	azul	verde	verde
7	verde	verde	verde	verde	verde	verde
8	verde	verde	verde	verde	verde	verde
9	magenta	preto	preto	verde	verde	verde
10	magenta	laranja	laranja	verde	verde	verde
Acometimento sensorial profundo	30%	40%	40%	0%	0%	0%

A avaliação do limiar de percepção sensorial a estímulo elétrico (LEPS) no grupo controle indicou não haver diferença significativa entre as mãos para as frequências de 1Hz, 250 Hz e 3000 Hz, como indicado na Tabela 4:

Tabela 4: Comparação entre mãos do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (μA) para Grupo Controle.

Frequência	Mão não dominante			Mão dominante			Valor p
	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	
1 Hz	186.22 \pm 123.92	172,5	97-245	165.27 \pm 103.97	142,5	92-245	0,23
250 Hz	549.27 \pm 211.09	631	342-698	526 \pm 167.24	520	413-603	1
3000 Hz	2102 \pm 445.96	2011	1718-2541	2199.73 \pm 540.71	2212,5	1861-2620	0,32

* Teste Wilcoxon a 5%; 1 Q: 1º quartil; 3 Q: 3º quartil.

No grupo experimental o LEPS não apresentou diferença significativa entre membro superior acometido e não acometido para as frequências de 1 e 3000 Hz (Tabela 5). Todos os cálculos para a frequência de 3000 Hz para este grupo foram realizados com 9 indivíduos, já que 1 deles não detectou a presença do estímulo até 8mA (*outlier*). Por outro

lado, a frequência de 250 Hz mostra uma tendência para diferenciar estatisticamente ($p=0,06$) ambos os membros.

Tabela 5: Comparação do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (μA) entre mãos em Grupo AVE

Frequência	Mão do Membro Superior Não Parético			Mão do Membro Superior Parético			Valor p
	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	
1 Hz	226.2 \pm 136.76	214	117-301	441.77 \pm 299.23	392	244-531	0,26
250 Hz	885.2 \pm 849.44	646,5	524-753	1286.3 \pm 1387.85	800,5	563-1505	0,06
3000 Hz	2807.5 \pm 974.974	2620	2011-3182	3040.8 \pm 1803.13	2981	2169-3363	0,15

1 Q: 1º quartil; 3 Q: 3º quartil.

Por não haver diferença do LEPS entre as mãos do grupo controle, para a comparação do LEPS intergrupos (controle *versus* AVE), escolheu-se o membro não dominante. A comparação do LEPS demonstrou limiares significativamente mais elevados em todas as frequências para a mão parética do grupo AVE, conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Comparação do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (μA) entre mão do membro superior parético e Grupo Controle.

Frequência	Mão do Membro Superior Parético			Grupo Controle			Valor p
	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	
1 Hz	441.77 \pm 299.23	392	244-531	186.22 \pm 123.92	172,5	97-245	0.007*
250 Hz	1286.3 \pm 1387.85	800,5	563-1505	549.27 \pm 211.09	631	342-698	0.028*
3000 Hz	3040.8 \pm 1803.13	2981	2169-3363	2102 \pm 445.96	2011	1718-2541	0.004*

* Teste de Mann Whitney significativo a 5%; 1 Q: 1º quartil; 3 Q: 3º quartil.

Porém, como demonstrado na Tabela 7, comparando-se o LEPS entre mão não parética e grupo controle, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa apenas para a frequência de 3000 Hz.

Tabela 7: Comparação do Limiar Elétrico de Percepção Sensorial (μA) entre mão do membro superior não parético e Grupo Controle.

Frequência	Mão do Membro Superior Não Parético			Grupo Controle			Valor p
	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	
1 Hz	226.2 \pm 136.76	214	117-301	186.22 \pm 123.92	172,5	97-245	0,45
250 Hz	885.2 \pm 849.44	646,5	524-753	549.27 \pm 211.09	631	342-698	0,34
3000 Hz	2807.5 \pm 974.974	2620	2011-3182	2102 \pm 445.96	2011	1718-2541	0.025*

* Teste de Mann Whitney significativo a 5%; 1 Q: 1º quartil; 3 Q: 3º quartil.

Em relação ao Tempo de Reação (TR), não foi verificada diferença entre as mãos do Grupo Controle (Tabela 8).

Tabela 8: Comparação do Tempo de Reação (TR) entre mãos dos indivíduos do Grupo Controle (segundos).

Frequência	Mão Não Dominante			Mão Dominante			Valor p
	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	
1 Hz	1.26 \pm 0.56	1,27	0.87-1.68	1.23 \pm 0.52	1,14	0.82-1.68	0,57
250 Hz	0.66 \pm 0.34	0,54	0.39-0.82	0.82 \pm 0.36	0,78	0.52-1.21	0,07
3000 Hz	0.51 \pm 0.23	0,45	0.36-0.61	0.57 \pm 0.28	0,51	0.38-0.66	0,66

1 Q: 1º quartil; 3 Q: 3º quartil.

Também não foi observada diferença no TR dos membros superiores parético e não parético do Grupo AVE (Tabela 9).

Tabela 9: Comparação do Tempo de Reação (TR) entre mão do membro superior não parético e do Grupo AVE (segundos).

Frequência	Mão do Membro Superior Não Parético			Mão do Membro Superior Parético			Valor p
	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	Média \pm DP	Mediana	1Q-3Q	
1 Hz	1.15 \pm 0.36	1,15	0.89-1.42	0.97 \pm 0.63	0,8	0.62-1.37	0,28
250 Hz	0.87 \pm 0.46	0,89	0.43-1.13	0.82 \pm 0.37	0,79	0.64-1.11	0,72
3000 Hz	0.64 \pm 0.21	0,66	0.57-0.73	0.55 \pm 0.32	0,53	0.36-0.64	0,39

1 Q: 1º quartil; 3 Q: 3º quartil.

Como não houve diferença significativa entre o TR dos membros superiores do Grupo Controle, também se escolheu o membro não dominante para comparação com o Grupo AVE. Conforme Tabela 10 e Tabela 11, não foram achadas diferenças significativas entre o TR em mão parética e não parética se comparadas ao grupo controle.

Tabela 10: Comparação do Tempo de Reação (TR) entre mão do membro superior parético e Grupo Controle (segundos).

Frequência	Mão do Membro Superior Parético			Grupo Controle			Valor p
	Média ± DP	Mediana	1Q-3Q	Média ± DP	Mediana	1Q-3Q	
1 Hz	0.97 ± 0.63	0,8	0.62-1.37	1.26 ± 0.56	1,27	0.87-1.68	0,15
250 Hz	0.82 ± 0.37	0,79	0.64-1.11	0.66 ± 0.34	0,54	0.39-0.82	0,22
3000 Hz	0.55 ± 0.32	0,53	0.36-0.64	0.51 ± 0.23	0,45	0.36-0.61	0,36

1 Q: 1º quartil; 3 Q: 3º quartil.

Tabela 11: Comparação do Tempo de Reação (TR) entre mão do membro superior não parético e Grupo Controle (segundos).

Frequência	Mão do Membro Superior Não Parético			Grupo Controle			Valor p
	Média ± DP	Mediana	1Q-3Q	Média ± DP	Mediana	1Q-3Q	
1 Hz	1.15 ± 0.36	1,15	0.89-1.42	1.26 ± 0.56	1,27	0.87-1.68	0,61
250 Hz	0.87 ± 0.46	0,89	0.43-1.13	0.66 ± 0.34	0,54	0.39-0.82	0,18
3000 Hz	0.64 ± 0.21	0,66	0.57-0.73	0.51 ± 0.23	0,45	0.36-0.61	0,07

1 Q: 1º quartil; 3 Q: 3º quartil.

Alguns indivíduos demonstraram dificuldades na percepção do estímulo, necessitando a repetição do protocolo para cada frequência não completada. No Quadro 4 estão as médias do número de repetições necessárias para cada frequência no grupo controle.

Quadro 4: Repetições do protocolo para cada frequência em Grupo Controle.

<i>Indivíduos</i>	<i>Mão Não Dominante</i>		
Frequência	1 Hz	250 Hz	3000 Hz
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	0	1
4	0	2	0
5	1	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	1	1	2
9	0	0	1
10	1	1	0
11	3	0	0
12	1	1	0
13	0	1	0
14	0	1	0
15	0	0	1
16	1	0	0
17	0	1	1
18	1	0	0
19	0	0	0
20	1	1	0
21	0	2	0
22	0	1	0
Média	0,4	0,6	0,3

O mesmo fato também ocorreu com o Grupo AVE. No Quadro 5 estão registrados o número de repetições necessárias por frequência para cada indivíduo com AVE para finalizar o protocolo proposto.

Quadro 5: Repetições do protocolo para cada frequência em Grupo AVE.

Indivíduos	Mão não acometida			Mão acometida		
	1 Hz	250 Hz	3000 Hz	1 Hz	250 Hz	3000 Hz
1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	0	1	2
3	0	0	0	0	0	0
4	1	0	2	0	1	1
5	1	0	0	0	0	0
6	0	0	1	2	3	0
7	0	1	0	1	0	1
8	0	0	0	0	2	0
9	0	0	0	0	1	1
10	1	0	0	0	2	0
Média	0,4	0,2	0,4	0,3	1	0,5

Conforme visto na metodologia, as sensações foram agrupadas nos conjuntos X, Y, XY de acordo com o Quadro 2. Para o grupo controle, pode-se perceber uma predominância das sensações pertencentes ao grupo Y (fibra grossa) para as frequências de 3000 Hz (Tabela 12).

Tabela 12: Descrição da somatopercepção em mãos do Grupo Controle para as frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz.

Grupo Controle				
	Descrição	1 Hz	250 Hz	3000 Hz
Mão Não Dominante	X	36,0%	36,0%	5,0%
	Y	45,0%	46,0%	77,0%
	XY	19,0%	18,0%	18,0%
Mão Dominante	X	45%	36%	14%
	Y	36%	59%	68%
	XY	19%	5%	18%

Já para o Grupo AVE, houve maior porcentagem das descrições pertencentes ao grupo Y para as 3 frequências. Para a mão acometida, o registro foi feito para 9 indivíduos para a frequência de 3000 Hz (Tabela 13), conforme apontado na metodologia.

Tabela 13: Descrição da somatopercepção em mãos do Grupo AVE para as frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz.

Grupo AVE				
Mão do membro superior não parético	Descrição	1 Hz	250 Hz	3000 Hz
	X	20%	10%	40%
	Y	60%	90%	60%
	XY	20%	0%	0%
Mão do membro superior parético	X	40%	10%	0%
	Y	50%	90%	80%
	XY	10%	0%	10%

5 DISCUSSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal realizar um estudo piloto para avaliar o limiar elétrico de percepção sensorial (LEPS) dos indivíduos com sequela de AVE. Como objetivos secundários foram propostos mensurar o tempo de reação (TR) e a descrição da percepção ao estímulo, comparando-os com indivíduos saudáveis.

Embora exista uma necessidade real de se padronizar valores normativos como referência para a prática clínica, deve-se ter certa precaução nos estabelecimentos desses valores. Pimentel et al. (2006) ressaltaram que valores de referência para o LEPS devem ser obtidos para cada serviço. Levando em consideração esta diretiva, pode-se afirmar que os valores médios dos LEPS encontrados para a amostra do grupo controle, para as frequências 1Hz, 250 Hz e 3000 Hz, estão condizentes com os valores prévios descritos por Martins et al. (2013).

Estudos que verificam o limiar sensorial de percepção ao estímulo elétrico em indivíduos com AVE são escassos. O levantamento bibliográfico sobre o assunto constatou que as pesquisas encontradas se dedicaram a investigar o limiar sensorial ao estímulo pulsado. Portanto, não foi encontrado até este período nenhum estudo que verificasse o LEPS em indivíduos após AVE evocado por estímulos elétricos com corrente senoidal.

A Estimulação Elétrica Transcutânea (TENS) tem sido empregada para avaliar o limiar sensorial de percepção ao estímulo elétrico em indivíduos após AVE. Eek & Engardt (2003) propuseram-se avaliar o limiar sensorial dos pés e mãos destes indivíduos, verificando uma alta confiabilidade entre os valores de limiar à estímulos pulsáteis das mãos em indivíduos após AVE. O princípio fundamental da utilização da TENS está bem estabelecido na literatura. O mecanismo de ação, conhecido como a Teoria da Comporta do Controle da Dor, envolve a supressão pré-sináptica das fibras A δ e C por meio da estimulação das fibras A α e A β (COHEN, 2001). Ou seja, o estímulo tátil conduzido pelas fibras mais calibrosas atingem primeiramente a Substância Gelatinosa de Rolando, não permitindo a propagação do potencial de ação do estímulo doloroso trazido até a medula pelas fibras finas.

Baseado em seus achados, Eek & Engardt (2003) presumiram que pessoas após AVE com déficits sensoriais considerados graves, não perceberiam o estímulo pulsado até que o mesmo atingisse uma amplitude suficiente para eliciar a sensação

de dor. Segundo os autores, para estes casos, haveria uma possível ativação das fibras A δ e C pela TENS, embora não tenham justificado fisiologicamente esta afirmação.

Para Rodrigues et al.(2010), quando se aplica uma corrente com duração de pulso considerada pequena (200 μ s), deve-se elevar a amplitude para que o estímulo possa ser sentido pelo sujeito. Desta forma, a diminuição da duração do pulso faria com que houvesse a necessidade do incremento da intensidade (Eek & Engardt, 2003).

O aumento excessivo da densidade da corrente poderá dificultar a discriminação das diferentes percepções sensoriais evocadas por estímulos pulsáteis, devido ao recrutamento de fibras finas e grossas pelos componentes de alta e baixa frequência do pulso. Além disso, aumentos excessivos da amplitude de um estímulo elétrico podem desencadear a contração muscular, alcançando o limiar motor muscular.

A utilização da TENS para a avaliação do limiar sensorial em indivíduos com AVE, possui algumas vantagens a citar: boa confiabilidade, equipamento de fácil manuseio e de uso comum em centros de reabilitação. Porém, a corrente senoidal pode trazer informações adicionais a respeito de limiares sensoriais em frequências específicas. Como apresentado nos resultados, a corrente senoidal possibilitou o exame do LEPS de fibras finas em sujeitos com AVE, proporcionando conforto ao indivíduo, na medida em que a percepção do estímulo nociceptivo foi obtida rapidamente a amplitudes pequenas. Ademais, a avaliação do LEPS, mesmo em frequências mais altas com amplitudes maiores, propiciou um recrutamento gradual das fibras nervosas, assegurando um procedimento não doloroso e passível de aplicação clínica.

Conforme observado nos resultados, foi verificada uma diminuição da sensibilidade na mão parética de indivíduos após AVE comparados aos sujeitos saudáveis em 1, 250 e 3000 Hz ($p=0,007$; $p= 0,028$; $p=0,004$ respectivamente). Em relação à mão não parética, foi achada diferença apenas para a frequência de 3000 Hz ($p=0,025$) em relação ao grupo controle.

Não foi observada diferença estatisticamente significativa no LEPS entre as mãos dos indivíduos após AVE, embora se tenha observado uma tendência de significância para a frequência de 250 Hz ($p=0,06$). Para este último caso, acredita-se que aumentando o tamanho amostral, resultará em diferença significativa para o LEPS

dos lados parético e não parético nesta frequência. Assim, serão necessário estudos com maior número de sujeitos acometidos por AVE para melhor avaliar a significância dos resultados nas 3 frequências.

Entende-se por somatossensação o percurso do estímulo sensorial através das vias aferentes até a sua chegada no córtex somatossensorial. Grande parte do conhecimento advindo sobre a sensibilidade provém de pesquisas que se ocupam da somatossensação, ou seja, do constructo básico do processamento sensorial (LONGO et al., 2010). Nesta linha, encontram-se pesquisas que procuraram compreender a relação e os efeitos causados no sistema nervoso pelos diversos tipos de estímulos sensoriais, em indivíduos saudáveis ou com disfunção nervosa periférica (HAYES et al., 2002; KRASSIOUKOV et al., 1999; ROLKE et al., 2006).

Diferentemente de indivíduos com neuropatias periféricas o AVE é uma doença de acometimento do sistema nervoso central. Conforme mencionado anteriormente, após uma lesão central, a percepção aos estímulos sensoriais pode estar comprometida. A somatopercepção refere-se ao processo de construção perceptual de experiências somáticas relacionadas a objetos, eventos e ao próprio corpo. Ela permite a localização do estímulo na superfície da pele, o processamento afetivo associado às respostas ao estímulo somático, a percepção das propriedades métricas do estímulo, além de auxiliar no reconhecimento do objeto e da imagem corporal. Estas funções são consideradas de alta complexidade envolvendo principalmente os lobos parietais, córtex pré-frontal, hipocampo e parte anterior da ínsula (LONGO et al., 2010). Portanto, indivíduos com lesão neurológica central podem apresentar comprometimento da percepção sensorial caracterizadas por alterações sensoriais diversas (ROOSINK et al., 2011).

No trabalho desenvolvido por Eek & Engardt (2003) em indivíduos após AVE, foi observado que medidas repetidas do limiar de sensibilidade poderiam ser influenciadas pelo chamado efeito do aprendizado ou decorrente da diminuição do mecanismo atencional, influenciando a mensuração do limiar sensorial. O protocolo proposto para esta pesquisa foi priorizar de forma sistemática a avaliação do LEPS da mão não parética, pretendendo apresentar o estímulo ao hemisfério não lesado. Tal procedimento teve como finalidade criar um referencial de estímulo de pulso de corrente ao indivíduo avaliado. Diferentemente do protocolo aplicado neste estudo, Hedman & Sullivan (2011) estruturaram a coleta partindo da mão parética. Apesar de verificarem diferença estatisticamente significativa do limiar de sensibilidade pulsátil

entre os membros ($p= 0,003$) na frequência de 40 Hz, os valores não atingiram uma diferença maior que 1mA recomendado por Eek & Engardt (2002). No presente estudo, assim como Eek & Engardt (2002), a estimulação de corrente senoidal em sujeitos após AVE foi aplicada primeiramente na mão não parética. Talvez uma aplicação aleatória dos estímulos nos membros superiores dos indivíduos após AVE, como foi realizado com o grupo controle, descartaria um possível viés de aprendizado possibilitando uma diferença ainda maior dos LEPS na comparação dos membros.

A repetição do protocolo de avaliação para obtenção do LEPS pode indicar uma dificuldade do indivíduo na percepção do mesmo (Laitinen & Eriksson, 1985). Esse fato foi recorrente no presente estudo para todos os indivíduos, e pode estar associado a lesão central (no grupo AVE) ou a fatores periféricos (em ambos os grupos).

Sabe-se que todos os indivíduos estão sujeitos aos fenômenos periféricos de adaptação e acomodação da fibra nervosa ao estímulo elétrico (KRUEGER-BECK et al., 2010). Além disso, deve-se levar em consideração que ambos os grupos podem estar susceptíveis a influências que afetam o mecanismo atencional. Assim como no estudo de Laitinen & Eriksson (1985), foi percebida a necessidade de se reiniciar o exame, para ambos os grupos, caso o sujeito se distraísse com estímulos sonoros ou visuais. Porém, no grupo AVE, supõe-se haver uma vulnerabilidade maior dos mecanismos atencionais, influenciando a percepção do estímulo devido à lesão. Em suma, não se descarta a possibilidade de que repetições subsequentes do protocolo poderiam influenciar o LEPS, aumentando-o pelos processos de acomodação, adaptação e atenção, sendo mais agravado pela condição do grupo AVE.

Sobre a somatopercepção, é interessante ressaltar que os relatos das sensações percebidas relacionadas às frequências aproximaram-se das descrições do grupo controle, embora com uma regularidade diferente. Este achado sugere que em uma condição crônica, o hemicórtex lesado influenciará no processamento de informações do hemicórtex não afetado e vice-versa. De fato, a literatura relata o “mecanismo de fusão da linha média” no qual as áreas somatosensoriais de ambos os hemisférios trocam informações constantes por meio de fibras transcalosas, permitindo que ambas as representações somatotópicas se conectem para formar uma representação única do corpo (MANZONI et al., 1989).

Ainda em relação à descrição das sensações percebidas pelos indivíduos com sequelas de AVE, pode-se perceber uma predominância de relatos pertencentes ao grupo Y (associados a sensação tátil) para todas as frequências em ambas as mãos,

porém com ocorrência expressivamente maior para a frequência de 250 Hz. É muito provável que a dificuldade em discernir este estímulo tátil seja proveniente das consequências da lesão, mais especificamente da deficiência do processamento central do estímulo. Do ponto de vista somatossensitivo, o CS acusa a chegada do estímulo, embora sob a perspectiva da somatopercepção, possuem dificuldades em defini-lo.

O TR caracteriza-se pelo período compreendido entre um estímulo e o início da resposta voluntária, medido pela ativação das respostas musculares (SHUMWAY-COOK; WOLLACOTT, 2010) e tem sido uma mensuração bastante difundida na literatura, avaliando a integração sensoriomotora e a capacidade cognitiva, tanto em indivíduos saudáveis (SILVA et al., 2010b) como em indivíduos com acometimento do SNC (CUMMING et al., 2012; RENGACHARY et al., 2009; STUSS et al., 1989). É obtido por uma resposta motora voluntária desencadeada por estímulos somatossensoriais como luz, imagens, sons, estímulos proprioceptivos e estimulação elétrica (CUMMING et al., 2012; LAKHANI et al., 2012; SCHULTE et al., 2009). Pode ser influenciado pela distância de condução neural (KANDEL et al., 2003) envelhecimento, sedentarismo, cognição (ROSSATO et al., 2011), processos atencionais, componentes sensoriais (CARREIRO; HADDAD; BALDO, 2012), repetição da tarefa e prontidão para ação (SILVA et al., 2010b).

Inicialmente, esperava-se que indivíduos com LEPS aumentados apresentassem um atraso na percepção do estímulo, determinando um retardo na resposta motora. Nesta linha de raciocínio, além do envolvimento de questões centrais, outros elementos justificariam o aumento do TR para o grupo AVE. Dentre eles, apontam-se as manifestações de fatores periféricos decorrentes da lesão e relacionados ao componente motor como o recrutamento anormal de agonistas e antagonistas, a presença de hiperreflexia, e as adaptações secundárias dos tecidos moles.

Contrariando a hipótese levantada, os resultados obtidos demonstraram não haver diferença significativa no TR entre grupos (controle e AVE) e entre membros (mãos) no grupo AVE. No entanto, percebe-se uma possível falha metodológica nessa parte do estudo.

A considerável variabilidade dos valores de LEPS inter-indivíduos resultou na aplicação de uma intensidade de estímulo ($1,1 \times \text{LEPS}$) maior para determinação de TR, a qual atrelada ao valor de LEPS gera diferentes incrementos nos diferentes

indivíduos. Para Lakhani et al. (2011) intensidades mais altas de um estímulo somatossensorial provocariam um tempo de reação mais curto que intensidades mais baixas de um mesmo estímulo.

Nesse ponto, sugere-se utilizar uma métrica isonômica para todos os indivíduos, variando-se apenas o valor desse incremento entre as diferentes frequências. Baseado nos valores normativos estabelecidos por NEUROTRON INC, (1981), os incrementos poderiam estar relacionados às unidades elementares de medida do sistema NEUROMETER conhecidas como CPT (*Current Perception Threshold*). Nas baixas frequências seriam aplicados estímulos de 1 LEPS acrescidos de 1CPT, para a médias frequências 1 LEPS acrescidos de 2CPTs e, finalmente, para as altas frequências 1 LEPS acrescidos de 3CPTs, em que 1 CPT equivale a 10 μ A.

Outras considerações devem ser realizadas concernentes aos elementos que poderiam influenciar os resultados apresentados em relação ao TR. Dentre elas pode-se destacar o perfil dos sujeitos participantes, os quais possuíam comprometimento com graus de leve a moderado segundo a *Orpington Scale*, bom cognitivo, e tinham habilidade motora para acionar o botão.

Ainda se ressalta que para ambos os grupos, o TR diminuiu à medida que o calibre da fibra aumentava, obedecendo a velocidade de condução no percurso aferente. Segundo Lakhani et al. (2012), o desempenho do indivíduo em tarefas que requerem o TR depende não somente do processamento complexo da informação sensorial como alocação e desvios de atenção, como também da via aferente envolvida. Pehlivan et al., (2004) enumeram fatores importantes para a velocidade de condução como diâmetro da fibra, seu grau de mielinização e números de canais iônicos por área.

Os dados obtidos neste estudo resultam em implicações relevantes para neuroreabilitação. A mensuração do LEPS poderá orientar os profissionais em relação ao estabelecimento de metas para o tratamento fisioterápico de indivíduos com sequelas de AVE. Por meio da avaliação sistemática do LEPS o terapeuta poderá constatar de forma objetiva a eficácia das intervenções utilizadas, acompanhando a evolução do déficit sensorial ao longo do tempo.

O conhecimento da deficiência sensorial relacionada a uma frequência específica guiará o tratamento fisioterápico. Sugere-se que para indivíduos com LEPS aumentados para as frequências de 250 Hz e 3000 Hz, a intervenção deve voltar-se para recuperação da sensibilidade tátil, como atividades que envolvam alcance e

manipulação. Já em sujeitos com aumento do LEPS para a frequência de 1 Hz, o estabelecimento dos objetivos deve ser voltado à prevenção de acidentes e ao autocuidado.

Conforme observado, a deficiência sensorial apresentada pelos indivíduos após AVE possui uma origem central. Portanto, as intervenções baseadas na estimulação exclusiva da somatossensação não se destinam a este perfil de indivíduos. Devem ser incentivadas técnicas terapêuticas que enfoquem o processamento da informação sensorial, envolvendo aspectos como significância do estímulo, atenção, motivação e memória, para que sejam alcançados ganhos reais da função sensoriomotora.

Nudo (2006) ressalta que intervenções comportamentais são importantes moduladores da recuperação pós-injúria cortical. Devido ao incremento do LEPS em ambos os hemisférios, encontrados nos sujeitos após AVE, as intervenções propostas devem levar em consideração exercícios que atuem recrutando ambos os hemisférios. Técnicas terapêuticas que envolvam a movimentação simultânea de ambos os membros permitem que a ativação do hemisfério não comprometido aumente a ativação do hemisfério danificado, facilitando o movimento do membro parético (SUMMERS et al., 2007). Portanto, na prática clínica recomenda-se a utilização dessas técnicas, como o treinamento bilateral dos membros superiores, terapia do espelho, treinamento físico (LANGHORNE et al., 2011), prática mental (SANTOS-COUTO-PAZ et al., 2013) e atividades realizadas em realidade virtual (OUJAMAA et al., 2009). Ainda se sugere que essas técnicas poderiam ser associadas com a estimulação por corrente senoidal de forma a potencializar seus efeitos terapêuticos.

6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo piloto apresentou algumas limitações que deverão ser consideradas para o direcionamento de futuras pesquisas.

Embora os resultados relacionados à avaliação do LEPS tenham se mostrado bastante favoráveis, o pequeno tamanho amostral limita maiores inferências sobre o assunto.

A metodologia não se mostrou adequada para a avaliação do TR dos indivíduos com AVE. Conforme observado na discussão, sugerem-se mudanças nos procedimentos metodológicos de coleta ou estabelecimento de novos critérios de inclusão para que haja uma avaliação adequada do TR.

Como critério de inclusão, seria indicado realizar uma análise prévia da sanidade das vias periféricas pelos estudos de condução nervosa, principalmente em sujeitos sob medicação de uso constante. Desta forma garante-se que o aumento do LEPS seja proveniente exclusivamente do déficit do processamento central.

Aconselha-se uma aleatorização entre a mão parética e não parética na mensuração do LEPS a fim de se evitar possível viés de aprendizado. Da mesma forma, sugere-se um intervalo maior entre as mensurações que necessitem repetições diminuindo a possibilidade dos fenômenos de acomodação e adaptação da fibra nervosa.

Este estudo abre caminho para um grande leque de possibilidades na investigação do LEPS em indivíduos após AVE bem como a sua aplicação terapêutica. Sugere-se a realização de estudos longitudinais que possam avaliar as variáveis estudadas ao longo do tempo, comparando suas mudanças nas fases aguda, subaguda e crônica da doença. Também, incentiva-se a avaliação do LEPS nos déficits graves e na deficiência sensorial localizada no tálamo. Da mesma forma, propõe-se pesquisas que associem a mensuração do LEPS e sua influência no córtex lesado, para a melhor compreensão do processamento central das frequências utilizadas neste estudo.

Por fim, mensurações clínicas da sensibilidade realizadas em indivíduos após AVE como a discriminação de 2 pontos e a estereognosia, devem ser realizadas e correlacionadas ao teste do limiar de percepção sensorial ao estímulo elétrico.

7 CONCLUSÃO

A avaliação do LEPS por meio da corrente senoidal se mostrou uma ferramenta eficaz para a neuroreabilitação, propiciando uma aferição da sensibilidade do indivíduo com AVE, de maneira objetiva e clinicamente praticável. Este tipo de medida psicofísica favorece uma avaliação confortável aos indivíduos.

Os indivíduos com AVE apresentaram déficits sensoriais nas frequências de 1 Hz, 250 Hz e 3000 Hz em mão parética se comparados aos sujeitos saudáveis.

Não foi achada diferença significativa entre os valores do LEPS em mão parética e não parética, porém a diferença entre LEPS possivelmente seja observada com o incremento da amostra.

Também foi verificada uma deficiência sensorial para a mão não parética na frequência de 3000 Hz, se comparada ao grupo controle.

A avaliação do LEPS e a descrição da somatopercepção indicam haver uma deficiência sensorial advinda de um processamento cortical deficitário, o qual poderá ser influenciado pela repetição em série das medidas e por mecanismos atencionais.

O exame do LEPS será capaz de contribuir para a neuroreabilitação, orientando os profissionais no estabelecimento de metas, avaliando a implementação de intervenções e direcionando os exercícios ao tipo de perda sensorial apresentada pelo indivíduo.

A corrente senoidal deve ser investigada como um procedimento terapêutico capaz de potencializar as técnicas reabilitativas já existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGRISANI, R. et al. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico em recém-nascido : influência do sexo e da relação peso e idade gestacional. **Rev Paul Pediatr**, v. 31, n. 4, p. 494–500, 2013.

APTA. **Measurement and Outcomes: Guide to Physical Therapist Practice**American Physical Therapy Association; 2014. Disponível em: <<http://guidetoptpractice.apta.org/>>. Acesso em: 13 de julho de 2013.

BAZIN, S. et al. Orientação para o uso clínico de agentes eletrofísicos 2006. In: WATSON, T.**ELETROTERAPIA** : Prática Baseada em Evidência. 12ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Ltd, 2009. p. 313–31.

BEAR, M.; BARRY, C.; MICHAEL, P. **Neurociências**: Desvendando o Sistema Nervoso. 2ª Ed ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 396–435.

BERGMAN, T. F. et al. Mapping Diabetic Sensory Neuropathy by Current Perception Threshold Testing. **Diabetes Care**, v. 12, n. 9, 1989.

BONINI-ROCHA, A. C. et al. Metodologia para observação e quantificação de sinais de EEG relativos a evidências cognitivas de aprendizagem motora. v. 13, n. 2, p. 27–50, 2008.

BORSTAD, A. et al. Neural correlates supporting sensory discrimination after left hemisphere stroke. **Brain research**, v. 1460, p. 78–87, 15 jun. 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Informações em Saúde (TABNET)**, 2013a. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/>>. Acesso em 20 de julho de 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de rotinas para atenção ao AVC**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2013b.

BRASIL-NETO, J. P. Electrophysiologic studies in leprosy. **Arq Neuropsiquiat**, v. 50, n. 3, p. 313–18, 1992.

BRAUN, C. et al. Dynamic organization of the somatosensory cortex induced by motor activity. **Brain**, v. 124, p. 2259–2267, 2001.

BRAUNWALD, E. et al. **Harrison's Principles of Internal Medicine**. 15 ed. Library of Congress Cataloging-in-Publication, 2001. p. 2369–2391

BRUCKI, S. M. D. et al. SUGESTÕES PARA O USO DO MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL NO BRASIL. **Arq Neuropsiquiat**, v. 61, n. 3-B, p. 777–781, 2003.

CAREY, L. Somatosensory loss after stroke.**Crit Rev Phys Rehabil Med**, v. 7, n. 1, p. 51–91, 1995.

CARREIRO, L.; HADDAD, H.; BALDO, M. Componentes Sensoriais e Atencionais do Tempo de Reação : Efeitos do Tamanho , Excentricidade e Previsibilidade de Estímulos Visuais Sensory and Attentional Components of Reaction Time : Effects of the Size , Eccentricity and Predictability of Visual Stim. **Psic.:Teor. e Pesq.**, v. 28, p. 133–140, 2012.

CAVANNA, A. E.; TRIMBLE, M. R. The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. **Brain**, v. 129, p. 564–83, mar. 2006.

CHU, N. Median and Tibial Somatosensory Evoked Potentials Changes in Short- and Long-Latency Components in Patients with Lesions of the Thalamus and Thalamo-Cortical Radiations. **JNS**, v. 76, p. 199–219, 1986.

CHU, N. Current Perception Thresholds in Toe-TomDigit Transplantation and Digit-TomDigit replantation. **Muscle Nerve**, v. 19, p. 183–186, 1996.

COHEN, H. **Neurociências para Fisioterapeutas: Incluindo Correlações Clínicas**. 2ª ed. São Paulo: Editora Manole, 2001.

CORDEIRO, T. L. et al. Baropodometric Evaluations and Sensitivity Alterations in Plantar Ulcer Formation in Leprosy. **IJLEW**, v. 13, n. 2, p. 110–115, 25 maio 2014.

CRUCCU, G. et al. Recommendations for the clinical use of somatosensory-evoked potentials. **Clin. neurophysiol.**, v. 119, n. 8, p. 1705–19, ago. 2008.

CUMMING, T. B. et al. Cutting a long story short: reaction times in acute stroke are associated with longer term cognitive outcomes. **JNS**, v. 322, n. 1-2, p. 102–6, 15 nov. 2012.

CURIONI, C. et al. The decline in mortality from circulatory diseases in Brazil. **Pan Am J Public**, v. 25, n. 1, p. 9–15, jan. 2009.

DANNENBAUM, R. M.; DE, C.; MONTRÉAL, I. D. Development and validation of two new sensory tests of the hand for patients with stroke. **Clin Rehabil**, v. 16, p. 630–639, 2002.

EEK, E. et al. Assessment of the perceptual threshold of touch (PTT) with high-frequency transcutaneous electric nerve stimulation (Hf / TENS) in elderly patients with stroke : a reliability study. **Clin Rehabil**, v. 17, p. 825–834, 2003.

EICKHOFF, S. B. et al. Functional lateralization of face, hand, and trunk representation in anatomically defined human somatosensory areas. **Cereb Cortex**, v. 18, n. 12, p. 2820–30, dez. 2008.

FÉLIX, E. P. V. et al. Sensations and reaction times evoked by electrical sinusoidal stimulation. **Clin. Neurophysiol.**, v. 39, n. 6, p. 283–90, dez. 2009.

FOLSTEIN, F.; FOLSTEIN, S. A Practical State Method for Grading Cognitive State of Patients for the Clinician. **J. Psychiat. Res.**, v. 12, p. 189–198, 1975.

FRÓES, K. S. D. S. O. et al. Factors associated with health-related quality of life for adults with stroke sequelae. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 69, n. 2B, p. 371–6, jan. 2011.

GREENSPAN, J. D.; BOLANOWSKI, S. J. **The Psychophysics of Tactile Perception and Its Peripheral Physiological Basis** in Handbook of Perception and Cognition 7: Pain and Touch. 1993.

GREGORY, R.; MILLS, K.; DONAGHY, M. Progressive sensory nerve dysfunction in amyotrophic lateral sclerosis: a prospective clinical and neurophysiological study. **J Neurol**, v. 240, p. 309–314, 1993.

GUIMAR, T.; KOUYOUMDJIAN, A. Carpal tunnel syndrome in the elderly. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 68, n. August 2009, p. 87–92, 2010.

GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia Médica**. 7ª Ed ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan S.A., 1989. p. 87–96

HAYES, K. C. et al. Clinical and Electrophysiologic Correlates of Quantitative Sensory Testing in Patients With Incomplete Spinal Cord Injury. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 83, n.11, p. 1612–1619, 2002.

HEDEGARD, W. **Anatomy & Physiology: Support and Movement**. Hedergard, W., 2014. p. 477–548

HEDMAN, L. D.; SULLIVAN, J. E. An initial exploration of the perceptual threshold test using electrical stimulation to measure arm sensation following stroke. **Clin Rehabil**, v. 25, n. 11, p. 1042–9, nov. 2011.

HEISE, C. O. et al. Combined nerve conduction index in diabetic polyneuropathy. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 70, n. 5, p. 330–334, 2012.

HOLMES, N. P.; CROZIER, G.; SPENCE, C. When mirrors lie : “ Visual capture ” of arm position impairs reaching performance. **Cogn Affect Behav Neurosci** , v. 4, n. 2, p. 193–200, 2004.

JANG, S. H. Contra-lesional somatosensory cortex activity and somatosensory recovery in two stroke patients. **J Rehabil Med**, v. 43, n. 3, p. 268–70, mar. 2011.

JULIANO, Y. Valores Normais das velocidades de Condução Nervosa em um Grupo de 101 Pessoas. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 50, n. 1, p. 50–55, 1992.

KANDEL, E.; SCWARTZ, J.; JESSEL, T. **Princípios da Neurociência**. 4ª ed. Barueri, SP.: Manole, 2003.

KATIMS, J. J.; NAVIASK, E.H.; Ng L.K; RENDELL M.; BLEECKER M. L. **New screening device for assessment of peripheral neuropathy**. Journal of Occupational Medicine, v. 28, n. 12, p. 1219-1221, 1986.

KITCHEN, S.; BAZIN, S. **Eletroterapia de Clayton**. 10ª ed. São Paulo: Editora Manole Ltda, 1998.

- KLINGNER, C. M. et al. Habituation within the somatosensory processing hierarchy. **Behav Brain Res**, v. 225, n. 2, p. 432–6, 1 dez. 2011.
- KNOBEL, E. **Conduitas no Paciente Grave**. São Paulo: Editora Atheneu, 1994.
- KRASSIOUKOV, A. et al. Sensory Testing in Patients With Incomplete Spinal. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 80, n. October, p. 1258–1263, 1999.
- KRUEGER-BECK, E. et al. Efeitos da estimulação elétrica funcional no controle neuromuscular artificial. **Rev. Neurociênc.**, v. 18, p. 01–11, 20 out. 2010.
- LAITINEN, L. V; ERIKSSON, A. T. Electrical Stimulation in the Measurement of Cutaneous Sensibility. **Pain**, v. 22, p. 139–150, 1985.
- LAKHANI, B. et al. Does the movement matter?: determinants of the latency of temporally urgent motor reactions. **Brain research**, v. 1416, p. 35–43, 6 out. 2011.
- LAKHANI, B. et al. Electrophysiological correlates of changes in reaction time based on stimulus intensity. **PloS one**, v. 7, n. 5, p. e36407, jan. 2012.
- LANGHORNE, P.; BERNHARDT, J.; KWAKKEL, G. Stroke rehabilitation. **Lancet**, v. 377, n. 9778, p. 1693–702, 14 maio 2011.
- LAUSCHKE, J. L. et al. Changes in electrical perceptual threshold in the first 6 months following spinal cord injury. **J Spinal Cord Med**, v. 34, n. 5, p. 473–481, 2011.
- LENT, R. **Cem Bilhões de Neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociência**. 2ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2010.
- LIMA, D. H. F. et al. Versão Brasileira da Avaliação Sensorial de Nottingham : validade , concordância e confiabilidade. **Rev Bras Fisioter**, v. 14, n. 2, p. 166–74, 2010.
- LINCOLN, N. B.; JACKSON, J. M. Reliability and Revision of the Nottingham Sensory Assessment. **Physiotherapy**, v. 84, n. 8, p. 358–365, 1998.
- LONGO, M. R.; AZAÑÓN, E.; HAGGARD, P. More than skin deep: body representation beyond primary somatosensory cortex. **Neuropsychologia**, v. 48, n. 3, p. 655–68, fev. 2010.
- LORENZONI, P. J. et al. Estudo Neurofisiológico na Síndrome Miastênica Congênita do Canal Lento: Relato de caso. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 64, n. 2-A, p. 318–321, 2006.
- LYDEN, P. D.; HANTSON, L. Assessment Scales for the Evaluation of Stroke Patients. **J Stroke Cerebrovasc** , v. 7, n. 2, p. 113–127, 1998.
- MACHADO, D. **Neuroanatomia Funcional**. 2ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

MANGANOTTI, P. et al. Effect of median-nerve electrical stimulation on BOLD activity in acute ischemic stroke patients. **Clin Neurophysiol**, v. 123, n. 1, p. 142–53, jan. 2012.

MANZONI, T. et al. The callosal connections of primary somatosensory cortex and neural bases of midline fusion. **Exp Brain**, v. 76, p. 251–266, 1989.

MARTINS, H. **Sistema para o Estudo do Limiar de Percepção de Corrente Elétrica com Forma de Onda Arbitrária**. Belo Horizonte, 2008. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais.

MARTINS, H. Novo Sistema para Avaliação de Fibras Nervosas Periféricas Utilizando Corrente Elétrica Senoidal: Estudo de Caso com Pacientes Hansenianos. Belo Horizonte, 2013. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica. Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais.

MARTINS, H. R. et al. Current perception threshold and reaction time in the assessment of sensory peripheral nerve fibers through sinusoidal electrical stimulation at different frequencies. **Rev. Bras. Eng. Biom.**, v. 29, n. 3, p. 1–8, 2013.

MATAS, C. G. et al. Auditory evoked potentials and multiple sclerosis. **Arq Neuropsiquiat**, v. 68, n. 4, p. 528–534, 2010.

MATSUTOMO, R.; TAKEBAYASHI, K.; ASO, Y. Assessment of Peripheral Neuropathy Using Measurement of the Current Perception Threshold with the Neurometer(R) in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. **J Int Med Res**, v. 33, n. 4, p. 442–453, 1 jul. 2005.

MCGLONE, F. et al. Functional neuroimaging studies of human somatosensory cortex. **Behav Brain Res**, v. 135, p. 147–158, 2002a.

MCGLONE, F. et al. Functional neuroimaging studies of human somatosensory cortex. **Behav Brain Res**, v. 135, n. 1-2, p. 147–58, 20 set. 2002b.

MCGLONE, F.; REILLY, D. The cutaneous sensory system. **Neurosci Biobehav Rev**, v. 34, p. 148–159, 2010.

MICHELSEN, M. E. et al. Quantifying nonuse in chronic stroke patients: a study into paretic, nonparetic, and bimanual upper-limb use in daily life. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 93, n. 11, p. 1975–81, nov. 2012.

MISULIS, K. **Potencial Evocado de Spelmann**. 2ª ed ed. Rio de Janeiro: Editora Revinter Ltda., 2003.

MOBERG, E. Two-point discrimination test. A valuable part of hand surgical rehabilitation, e.g. in tetraplegia. **Scand J Rehabil Med**, v. 22, n. 3, p. 127–34, 1990.

MOREIRA, R. et al. Cerebrovascular Accident (Stroke): Risk Indicators Profile. **Rev. Rene. Fortaleza**, v. 11, n. 2, p. 121–128, 2010.

MOTA, J. F.; NICOLATO, R. Qualidade de vida em sobreviventes de acidente vascular cerebral: instrumentos de avaliação e seus resultados. **JPB**, v. 57, n. 2, 2008.

NEUROTRON INC. **Normative Neuroselective Current Perception Threshold (CPT) Values**. Disponível em:

<http://neurotron.com/Normative__Current_Perception_Threshold_CPT_Values.html>. Acesso em: 1 outubro de 2014.

NOVAK, C. B. Evaluation of Hand Sensibility: A Review. **J Hand Surg**, v. 14, n. 4, p. 266–272, out. 2001.

NUDO, R. J. Plasticity. **NeuroRx**, v. 3, n. 4, p. 420–427, 2006.

OBERT, R. O. R. et al. Gender Differences in the Sensitive Threshold to Eletrical Nerve Stimulation in Young Adults. **Acta Ortop Bras**, v. 19, n. 2, p. 74–78, 2011.

OSHIMA, M. et al. Pregnancy-related Increases in Sensory Perception Thresholds Are Not Correlated with Serum Progesterone Levels. **Pain Pract**, v. 3, n. 2, p. 0–4, 2003.

OUJAMAA, L. et al. Rehabilitation of arm function after stroke. Literature review. **Ann Phys Rehabil Med**, v. 52, n. 3, p. 269–93, abr. 2009.

PASQUINI, R.; WERNECK, L. C. Investigação de Neuropatia Periférica Durante o Período Recente do Transplante de Medula Óssea. **Arq Neuropsiquiat**, v. 56, n. 2, p. 267–273, 1998.

PATEL, A T. et al. The relation between impairments and functional outcomes poststroke. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 81, n. 10, p. 1357–63, out. 2000.

PEHLIVAN, F.; DALKILIC, N.; KIZILTAN, E. Does the conduction velocity distribution change along the nerve? **Med Eng Phys**, v. 26, n. 5, p. 395–401, jun. 2004.

PIMENTEL, J. M. et al. Perceptions and Eletric senoidal Current Stimulation. **Arq Neuropsiquiat**, v. 64, n. August 2005, p. 10–13, 2006.

POOLE, J. L.; SADEK, J.; HAALAND, K. Y. Meal preparation abilities after left or right hemisphere stroke. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 92, n. 4, p. 590–6, abr. 2011.

PUERTAS, E. B. et al. Comparação entre o teste de despertar e a monitoração neurofisiológica intra-operatória com potencial evocado somato-sensitivo nas cirurgias de escoliose Comparison between the wake-up test and the evocado somato sensorial en las cirugías de escoliosis. **Coluna/Columna**, v. 8, n. 1, p. 7–12, 2009.

RADANOVIC, R. Características do Atendimento de Pacientes com Acidente Vascular Cerebral em Hospital Secundário. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 58, n. 1, p. 99–106, 2000.

- RENGACHARY, J. et al. Is the posner reaction time test more accurate than clinical tests in detecting left neglect in acute and chronic stroke? **Arch Phys Med Rehabil**, v. 90, n. 12, p. 2081–8, dez. 2009.
- RIBAS, E.; PAULO, S.; CALORE, E. E. Dejerine-Sottas disease : a case report. **Sao Paulo Med J**, v. 121, n. 5, p. 207–209, 2003.
- RIECK, M.; MORELAND, J. The Orpington Prognostic Scale for patients with stroke: reliability and pilot predictive data for discharge destination and therapeutic services. **Disabil Rehabil**, v. 27, n. 23, p. 1425–33, 15 dez. 2005.
- RODRIGUES, J. D. F.; MACHADO, G.; MORENO, M. TENS de baixa e alta frequência com longa duração de pulso não interfere na dor induzida pelo frio. **Rev Neurocienc**, v. 18, n. 3, p. 287–293, 2010.
- ROLKE, R. et al. Quantitative sensory testing: a comprehensive protocol for clinical trials. **Eur J Pain**, v. 10, n. 1, p. 77–88, jan. 2006.
- ROOSINK M, RENZENBRINK GJ, BUITENWERG JR, VANDONGEN RTM, GEURTS ACH, I. M. Somatosensory Symptoms and Signs and Conditioned Pain Modulation in Chronic Post-Stroke Shoulder Pain. **J Pain**, v. 12, p. 476–485, 2011.
- ROOSINK, M. et al. Somatosensory Symptoms and Signs and Conditioned Pain Modulation in Chronic Post-Stroke Shoulder Pain. **J Pain**, v. 12, n. 4, p. 476–485, abr. 2011.
- ROSSATO, L. C. et al. Análise do tempo de reação e do estado cognitivo em idosas praticantes de atividades físicas Analysis of Reaction Time and Cognitive State in Physically Active Elderly. **Fisioter Pesq**, v. 18, n. 1, p. 54–59, 2011.
- ROWLAND, L. **Tratado de Neurologia**. 9ª Ed ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 186–188.
- RUNNARONG, N. et al. Reach-to-grasp coordination by avoiding obstacle collision at first and after twelve-months post-stroke. **J Neurol Sci**, v. 333, p. 544, out. 2013.
- SACAI, P. Y.; BEREZOVSKY, A. Alterações encontradas no potencial visual evocado por padrão reverso em pacientes com esclerose múltipla definida. **Arq Bras Oftalmol.**, v. 70, n. 6, p. 7–8, 2007.
- SACCO, R. L. et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. **Stroke**, v. 44, n. 7, p. 2064–89, jul. 2013.
- TIERRA-CRIOLLO, C. et al. **Clustering of somatosensory sensations during sinusoidal current stimulation**. Revista Brasileira Eng. Biomedica, v. 22, p. 105-113, 2006.

SANTOS-COUTO-PAZ, C. C.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F.; TIERRA-CRIOLLO, C. J. The addition of functional task-oriented mental practice to conventional physical therapy improves motor skills in daily functions after stroke. **Braz J Phy Ther**, v. 17, n. 6, p. 564–71, 2013.

SCHULTE, T. et al. Double dissociation between action-driven and perception-driven conflict resolution invoking anterior versus posterior brain systems. **NeuroImage**, v. 48, n. 2, p. 381–90, 1 nov. 2009.

SCOLA, R. H. et al. Síndrome do Desfiladeiro Torácico. **ArqNeuropsiquiatr**, v. 57, n. 3-A, p. 659–665, 1999.

SERINO, A.; HAGGARD, P. Touch and the body. **Neurosci Biobehav Rev**, v. 34, n. 2, p. 224–36, fev. 2010.

SHUMWAY-COOK, A.; WOLLACOTT, H. M. **Controle Motor: Teoria e aplicações práticas**. 3ª ed ed. Barueri: Editora Manole, 2010. p. 47–81

SILVA, G. P.; PEREIRA, V. R.; GORLA, J. I. Tempo de reação e a eficiência do jogador de goalball na interceptação / defesa do lançamento / ataque. **Motri**, v. 6, n. 4, p. 13–22, 2010.

SILVA, P. et al. Temporal branch of facial nerve A normative study of nerve conduction. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 68, n. 4, p. 619–622, 2010.

STUSS, D. T. et al. Reaction time after head injury : fatigue , divided and focused attention , and consistency of performance. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 52, p. 742–748, 1989.

SULLIVAN, K. J. et al. Fugl-Meyer assessment of sensorimotor function after stroke: standardized training procedure for clinical practice and clinical trials. **Stroke**, v. 42, n. 2, p. 427–32, fev. 2011.

SUMMERS, J. J. et al. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study. **J. Neurol. Sci.**, v. 252, n. 1, p. 76–82, 15 jan. 2007.

TECCHIO, F. et al. Brain plasticity in recovery from stroke: an MEG assessment. **NeuroImage**, v. 32, n. 3, p. 1326–34, set. 2006.

TECCHIO, F. et al. Interhemispheric asymmetry of primary hand representation and recovery after stroke: A MEG study. **NeuroImage**, v. 36, n. 4, p. 1057–1064, 15 jul. 2007.

TECCHIO, F.; PASQUALETTI, P.; PIZZELLA, V. Morphology of somatosensory evoked @ elds : inter-hemispheric similarity as a parameter for physiological and pathological neural connectivity. **Neuroscience Letters**, v. 287, p. 203–206, 2000.

TRACEY, E. H.; GREENE, A. J.; DOTY, R. L. Optimizing reliability and sensitivity of Semmes-Weinstein monofilaments for establishing point tactile thresholds. **Physiol Behav**, v. 105, n. 4, p. 982–6, 28 fev. 2012.

TSUNOZAKI, M.; BAUTISTA, D. M. Mammalian somatosensory mechanotransduction. **Curr. Opin. Neurobiol.**, v. 19, n. 4, p. 362–9, ago. 2009.

WATSON, T. Introdução: conceitos atuais e tomada de decisão clínica em eletroterapia. In: **ELETRoterapia : Prática Baseada em Evidência**. 12ª ed ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier Ltd, 2009. p. 3–9.

WINWARD, C. E.; HALLIGAN, P.; WADE, D. T. Current practice and clinical relevance of somatosensory assessment after stroke. **Clin Rehabil**, v. 13, n. 1, p. 48–55, 1 fev. 1999.

WYNDAELE, J.; DE WATCHTER, S.; VAN MEEL, T. Current Perception Threshold Determination in the Lower Urinary Tract: Normal Values with Sine-Wave. **Eur Urol. Suppl.**, v. 4, n. 3, p. 105, 2005.

YAMASHIRO, K. et al. Somatosensory off-response in humans: an MEG study. **NeuroImage**, v. 44, n. 4, p. 1363–8, 15 fev. 2009.

YEKUTIEL, M.; GUTTMAN, E. A controlled trial of the retraining of the sensory function of the hand in stroke patients. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 56, p. 241–244, 1993.

ANEXOS

Anexo 1- Autorização Hospital Evangélico



Belo Horizonte, 26 de junho de 2014.

Ofício nº 31/2014/AEBMG/HE

Prezados Senhores,

O Hospital Evangélico de Belo Horizonte declara para os devidos fins que a pesquisadora **Renata Costa de Miranda Santos** está autorizada a recrutar e a realizar, nas dependências deste hospital, seu projeto de pesquisa intitulado **Percepção à Estimulação Elétrica Periférica em Indivíduos Acometidos por Acidente Vascular Encefálico** (título público: Medida da Sensibilidade do Braço Acometido em Pessoas com Acidente Vascular Cerebral). A inclusão dos pacientes estará vinculada a aceitação dos mesmos após explanação do projeto e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

Atenciosamente,

Dr. Gabriel A. L. Carmo
CRMMG:44.805
Diretor Técnico do Hospital Evangélico

À
Plataforma Brasil
Comitê de Ética em Pesquisa

Anexo 2 – Parecer Consubstanciado Plataforma Brasil

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
((HUCFF/ UFRJ))



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Medida da Sensibilidade do Braço Acometido em Pessoas com Acidente Vascular Cerebral

Pesquisador: Carlos Julio Tierra-Criollo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 31791414.7.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Minas Gerais

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 774.205

Data da Relatoria: 28/08/2014

Apresentação do Projeto:

Protocolo 120-14 do grupo III. Respostas recebidas em 8.8.2014. Constam os seguintes documentos anexados em 08.08.2014: (1) Pêndencias e justificativas; (2) Projeto detalhado; (3) Informações básicas do projeto; (4) Termo de consentimento livre e esclarecido grupo controle; (5) Termo de consentimento livre e esclarecido paciente.

Objetivo da Pesquisa:

Ver parecer substanciado n.736.802, elaborado em 17.7.2014

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Ver parecer substanciado n.736.802, elaborado em 17.7.2014

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Ver parecer substanciado n.736.802, elaborado em 17.7.2014

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Ver parecer substanciado n.736.802, elaborado em 17.7.2014

Recomendações:

Nenhuma

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
(HUCFF/ UFRJ))



Continuação do Parecer: 774.205

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerações sobre as respostas às pendências do parecer consubstanciado n.736.802:

1- Orçamento financeiro: não detalha recursos, fontes, destinação, forma e valor de eventual remuneração do pesquisador, nem apresenta previsão de ressarcimento de despesas do participante e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação (Norma Operacional no 001/2013, 3, 3e). Solicita-se adequação.

Resposta: Resposta anexada ao corpo do texto na parte do orçamento financeiro: As despesas de vale transporte para o deslocamento do participante e de seu acompanhante serão realizadas em dinheiro, no momento da coleta, estimando-se um valor aproximado de R\$ 5,70 por pessoa. Caso seja necessário complementar este valor por qualquer necessidade do voluntário, esta diferença será coberta, em dinheiro no momento da coleta. O lanche será providenciado pela pesquisadora e estará disponível no local da coleta.

Análise: pendência atendida.

2- O TCLE Grupo Experimental não traz justificativa e procedimentos que serão realizados com detalhamento dos métodos (Resolução no 466/12, IV, 3a). Solicita-se adequação.

Resposta: Resposta anexada ao TCLE: Muitas pessoas que sofreram o Acidente Vascular Cerebral (AVC) não conseguem realizar normalmente as suas atividades do dia-a-dia por não terem movimento e possuírem pouca sensibilidade do seu braço acometido. Esta pesquisa tem como objetivo estudar como as pessoas que sofreram AVC sentem as sensações no seu braço acometido e compará-las com àquelas que não tiveram a doença. É por isso que você está sendo convidado, pois teve um AVC que comprometeu sua mão e seu braço. As informações colhidas com os testes ajudarão os profissionais responsáveis pela reabilitação a entenderem melhor sobre as sensações dos braços, melhorando os exercícios que já existem e criando novas formas de tratar as pessoas nas clínicas e hospitais.

Análise: pendência atendida.

3- No TCLE Grupo Experimental não há explicitação da garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes e dela decorrentes (Resolução no 466/12, IV, 3g). Solicita-se adequação.

Resposta: Resposta anexada ao TCLE: Informamos que não receberá dinheiro em troca de sua participação, mas receberá o valor em dinheiro do vale transporte para o seu deslocamento e de seu acompanhante para a sua ida e volta no momento da coleta. Caso sintam fome, haverá um

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255 Sala 01D-46
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
(HUCFF/ UFRJ)



Continuação do Parecer: 774.205

lanche disponível para vocês no local de coleta.

Análise: pendência atendida.

4- No TCLE Grupo Controle deverá incluir justificativa do estudo (Resolução 466/12, IV, 3a). Solicita-se adequação.

Resposta: Resposta anexada ao TCLE: Muitas pessoas que sofreram o Acidente Vascular Cerebral (AVC) não conseguem realizar normalmente as suas atividades do dia-a-dia por não terem movimento e possuírem pouca sensibilidade do seu braço acometido. Esta pesquisa tem como objetivo estudar como as pessoas que sofreram Acidente Vascular Cerebral (AVC) sentem as sensações no seu braço acometido e compará-las com àquelas que não tiveram a doença, do qual você pertence. Para isso precisamos saber como as pessoas que não tiveram a doença percebem as sensações em seus braços. Você está sendo convidado porque é uma pessoa que nunca teve AVC. Comparando as informações colhidas os profissionais responsáveis pela reabilitação poderão entender melhor sobre as sensações do braço acometido das pessoas que tiveram AVC, melhorando os exercícios que já existem e criando novas formas de tratar as pessoas nas clínicas e hospitais.

Análise: pendência atendida.

5- No TCLE Grupo Controle não explicita a garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes e dela decorrentes (Resolução 466/12, IV, 3g. Transporte e alimentação). Solicita-se adequação.

Resposta: Resposta anexada ao TCLE: Você não obterá benefícios imediatos por participar desta pesquisa. Informamos que não receberá dinheiro em troca de sua participação, mas receberá o valor em dinheiro do vale transporte para o seu deslocamento de ida e vinda no momento da coleta. Caso sinta fome, haverá um lanche disponível para você no local de coleta.

Análise: pendência atendida.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
(HUCFF/ UFRJ)



Continuação do Parecer: 774.205

Considerações Finais a critério do CEP:

1. De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n.º 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais que permitam ao CEP acompanhar o desenvolvimento dos projetos.
2. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada.

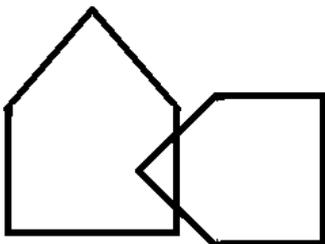
RIO DE JANEIRO, 01 de Setembro de 2014

Assinado por:
Carlos Alberto Guimarães
(Coordenador)

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

Anexo 3 -Mini Exame do Estado Mental

<u>Orientação Temporal:</u>	(5)
Hora; Dia; Dia da semana; Mês; Ano.	
<u>Orientação Espacial</u>	(5)
Em que tipo de lugar; Em que andar; Em que rua; Em que cidade; Em que estado.	
<u>Registro:</u>	(3)
Repetir as três palavras: gelo; leão; planta.	
<u>Atenção e Cálculo</u>	(5)
100-7; 93-7; 86-7; 79-7; 72-7 = 65	
<u>Memória recente:</u>	(3)
Você se lembra das três palavras que lhe pedi para repetir a pouco tempo atrás?	
<u>Linguagem:</u>	(3)
Nomear dois objetos: caneta, relógio.	
Repetir: Paralelepípedo	
<u>Compreensão:</u> comando em três estágios.	(3)
“Apanhe uma folha de papel com a mão direita, dobre-a ao meio e coloque-a no chão”.	
<u>Leitura:</u> Ler e executar a frase abaixo:	(1)
“Feche os olhos”.	
<u>Escrita:</u>	(1)
Escreva uma frase completa.	
<u>Visuoespacial:</u>	(1)
Copiar o diagrama	
ESCORE TOTAL	(30)



Anexo 4 – Orpington Prognostic Scale

ORPINGTON PROGNOSTIC SCALE

A. Motor déficit no braço

Em supino, 90° de flexão de ombro, com resistência

- 0.0 = MRC grau 5 força normal
- 0.4 = MRC grau 4 força diminuída
- 0.8 = MRC grau 3 movimento contra gravidade
- 1.2 = MRC grau 1 –2 movimento sem resistência
- 1.6 = MRC grau 0 ausência de movimento

A

B. Propriocepção (olhos fechados)

Posição do polegar acometido:

- 0.0 = Exato
- 0.4 = Leve Dificuldade
- 0.8 = Encontra o polegar com auxílio do braço
- 1.2 = Incapaz de encontrar o polegar

B

C. Equilíbrio

- 0.0 = Caminha 10 passos sem ajuda
- 0.4 = Mantém a posição por 1 minuto
- 0.8 = Mantém a posição sentada
- 1.2 = Não mantém o equilíbrio sentado

C

D. Cognitivo

Hodkinson's Mental Test: (escore: 1 ponto para cada resposta correta)

Correta

Incorreta

- | | | |
|--|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1. Idade do indivíduo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2. Horas |
| Eu vou dizer um endereço, que mais tarde eu vou perguntar qual era. 42 Rua Oeste | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3. Nome da clínica |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 4. Ano |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5. Data de aniversário |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6. Mês |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 7. Ano da Segunda Guerra Mundial |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 8. Nome do Presidente |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 9. Conte de trás para frente (20 –1) |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 10. Qual o endereço que eu falei? Você se recorda? |

D

Total de Corretas

$$0.0 = 10$$

$$0.4 = 8 - 9$$

$$0.8 = 5 - 7$$

$$1.2 = 0 - 4$$

$A + B + C + D + 1.6 = \text{OPS Score}$

APÊNDICE

Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Paciente



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)/PACIENTE

Medida da Sensibilidade do Braço Acometido em Pessoas com Acidente Vascular Cerebral

Versão: 08/08/2014

Prezado participante,

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo. Muitas pessoas que sofreram o Acidente Vascular Cerebral (AVC) não conseguem realizar normalmente as suas atividades do dia-a-dia por não terem movimento e possuírem pouca sensibilidade do seu braço acometido. Esta pesquisa tem como objetivo estudar como as pessoas que sofreram AVC sentem as sensações no seu braço acometido e compará-las com àquelas que não tiveram a doença. É por isso que você está sendo convidado, pois teve um AVC que comprometeu sua mão e seu braço. As informações colhidas com os testes ajudarão os profissionais responsáveis pela reabilitação a entenderem melhor sobre as sensações dos braços, melhorando os exercícios que já existem e criando novas formas de tratar as pessoas nas clínicas e hospitais. A avaliação demorará cerca de 1 hora e 30 minutos e o dia poderá ser marcado quando for melhor para você.

O exame será realizado em uma sala do Hospital Evangélico de Belo Horizonte. Primeiro, você responderá as perguntas de 3 questionários: Questionário de Dados Sociodemográficos e Médicos, que nos dará informações como sua idade, seu endereço, seu telefone, sua profissão, o nome de seu médico, quanto tempo foi seu AVC, qual lado de seu corpo foi acometido, quais medicamentos que você toma e anotações de seu exame de tomografia; o Mini Exame do Estado Mental que medirá a sua memória; e a Orpington Scale que medirá o grau de comprometimento do seu braço. Então você será avaliado fisicamente por 3 testes clínicos que medirão a sensibilidade do seu corpo: Avaliação Sensorial de Nottingham, que testará a sua sensibilidade pelo toque, pela movimentação de seus braços e pernas e pelo reconhecimento de objetos quando colocada em suas mãos; Monofilamentos de Semmes-Wensten, que são fios de nylon de espessuras diferentes os quais serão encostados na pele de suas mãos; Escala de Ashworth que avaliará a rigidez de seu braço pela movimentação do mesmo. Todos estes testes serão realizados na superfície da sua pele e não são dolorosos. Após este momento, a sua sensibilidade será avaliada por um aparelho. Você se sentará confortavelmente em uma cadeira em um ambiente tranquilo, e serão colocados com um esparadrapo 2 pequenos discos de ouro em sua pele na região das costas mão. O aparelho irá mandar uma pequena corrente elétrica não dolorosa. A sua função será apertar um botão quando sentir esta corrente e relatar qual a sensação sentida. Este procedimento será realizado nos dois braços. Você então deverá falar qual foi a sensação que sentiu durante o exame. Portanto o que mediremos neste exame será: quando você sente, o tempo que vc 2 levou para apertar o botão e como você descreve a sensação sentida.

QUAIS SÃO OS RISCOS DA PESQUISA?

Rubrica do participante

Rubrica do experimentador



O tipo de corrente elétrica que iremos utilizar em você é controlada e o equipamento não permite que a sensação fique tão forte a ponto de machucá-lo. A energia para o equipamento será fornecida por baterias prevenindo qualquer oscilação da energia, ou seja, qualquer mudança repentina desta corrente. Você não receberá nenhum tipo de irradiação ou estará exposto a substâncias prejudiciais a sua saúde.

A corrente dada pelo equipamento é bem suave e não é dolorosa. Porém você pode sentir um pequeno desconforto, e suas mãos podem ficar com a sensação de formigamento ou coceira após o exame, que desaparecerão em alguns segundos. Também poderá apresentar uma ligeira vermelhidão no local onde os discos de ouro foram colocados, e que sumirá depois de alguns minutos.

Caso você apresente algum problema relacionado ao exame, você será encaminhado (a) e acompanhado (a) para avaliação no Hospital Regional Público de Betim, na grande Belo Horizonte, tendo como médico o Dr. César Miranda dos Santos. Os pesquisadores se responsabilizarão pelo tratamento médico, transporte e pelas indenizações estabelecidas por lei (cobertura material e ressarcimento para compensar algum dano imediato ou tardio, causado pela pesquisa).

QUE BENEFÍCIOS PODE HAVER EM PARTICIPAR?

Informamos que não receberá dinheiro em troca de sua participação, mas receberá o valor em dinheiro do vale transporte para o seu deslocamento e de seu acompanhante para a sua ida e volta no momento da coleta. Caso sintam fome, haverá um lanche disponível para vocês no local de coleta.

Você também estará contribuindo para o desenvolvimento da ciência, para que pessoas que tenham o AVC possam ter uma reabilitação com técnicas mais modernas que melhorem tanto a movimentação quanto a sensibilidade do braço acometido.

E AGORA?

Você deve pensar cuidadosamente se quer ou não participar deste estudo. Se tiver dúvidas, discuta conosco até poder tomar uma decisão consciente. Se você decidir participar, as informações da sua avaliação serão analisadas com as informações de outros pacientes. Não será divulgada a identificação de qualquer participante.

Os resultados de sua avaliação, assim como a avaliação de seu prontuário, serão de responsabilidade do pesquisador responsável pelo projeto e dos profissionais que possam participar deste projeto de pesquisa, não sendo permitido acesso de qualquer pessoa não envolvida com o estudo.

Você terá direito de conhecer os resultados obtidos pelo pesquisador. Os resultados do estudo serão divulgados em publicações científicas. Esse experimento vai fazer parte do mestrado de Renata Costa de Miranda Santos, orientada pelo professor doutor Carlos Julio-Tierra Criollo. Você pode também interromper o seu experimento ou sair do estudo no momento em que desejar. Como pesquisadora responsável, comprometo-me a utilizar os dados coletados somente para esta pesquisa, justificando o destino e a importância de utilização.

Saiba que, em qualquer fase do experimento você terá acesso à experimentadora responsável: **Renata Costa de Miranda Santos**, que pode ser encontrada através dos telefones **(31) 34093428**(Núcleo de Estudos e Pesquisa em Engenharia Biomédica) ou **(31) 88048682**(pessoal). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ – R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255 – Cidade Universitária/Ilha do Fundão - Sala 01D-46/1º andar - pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 15 horas, ou através do e-mail: cep@hucff.ufrj.br;

Rubrica do participante

Rubrica do experimentador



CONSENTIMENTO

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado que li ou que foram lidas para mim.

Eu discuti com Renata Costa de Miranda Santos, sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos e sem a perda de atendimento nesta Instituição ou de qualquer benefício que eu possa ter adquirido. Eu receberei uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu (ou meu representante legal) e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE e assinar na última folha.

Data: ___/___/___

Nome do participante: _____

Assinatura: _____

Data: ___/___/___

Nome do pesquisador responsável:

Assinatura do pesquisador responsável:

Rubrica do participante

Rubrica do experimentador

Apêndice 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Grupo Controle



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(TCLE)/Grupo Controle**

**Medida da Sensibilidade do Braço Acometido em Pessoas com
Acidente Vascular Cerebral**

Prezado participante,

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo. Muitas pessoas que sofreram o Acidente Vascular Cerebral (AVC) não conseguem realizar normalmente as suas atividades do dia-a-dia por não terem movimento e possuírem pouca sensibilidade do seu braço acometido. Esta pesquisa tem como objetivo estudar como as pessoas que sofreram AVC sentem as sensações no seu braço acometido e compará-las com àquelas que não tiveram a doença, do qual você pertence. Para isso precisamos saber como as pessoas que não tiveram a doença percebem as sensações em seus braços. Você está sendo convidado porque é uma pessoa que nunca teve AVC. Comparando as informações colhidas os profissionais responsáveis pela reabilitação poderão entender melhor sobre as sensações do braço acometido das pessoas que tiveram AVC, melhorando os exercícios que já existem e criando novas formas de tratar as pessoas nas clínicas e hospitais. A avaliação demorará cerca de 30 minutos e o dia poderá ser marcado quando for melhor para você.

O exame será realizado em uma sala do Hospital Evangélico de Belo Horizonte. Primeiro, você responderá as perguntas de 2 questionários: Questionário de Dados Sociodemográficos e Médicos, que nos dará informações como sua idade, seu endereço, seu telefone, sua profissão, quais medicamentos que você toma; o Mini Exame do Estado Mental que medirá a sua memória. Então você será avaliado fisicamente por 1 teste clínico que medirá a sensibilidade do seu corpo: Monofilamentos de Semmes-Wenstein, que são fios de nylon de espessuras diferentes os quais serão encostados na pele de suas mãos. Após este momento, a sua sensibilidade será avaliada por um aparelho. Você se sentará confortavelmente em uma cadeira em um ambiente tranquilo, e serão colocados com um esparadrapo² pequenos discos de ouro em sua pele na região das costas mão. O aparelho irá mandar uma pequena corrente elétrica não dolorosa. A sua função será apertar um botão quando sentir esta corrente e relatar qual a sensação sentida. Este procedimento será realizado nos dois braços. Este procedimento será realizado nos dois braços. Você então deverá falar qual foi a sensação que sentiu durante o exame. Portanto o que mediremos neste exame será: quando você sente, o tempo que você levou para apertar o botão e como você descreve a sensação sentida.

QUAIS SÃO OS RISCOS DA PESQUISA?

O tipo de corrente elétrica que iremos utilizar em você é controlada e o equipamento não permite que a sensação fique tão forte a ponto de machucá-lo. A energia para o equipamento será fornecida por baterias prevenindo qualquer oscilação da energia, ou seja, qualquer mudança repentina desta corrente. Você não receberá nenhum tipo de irradiação ou estará exposto a substâncias prejudiciais a sua saúde.

Rubrica do participante

Rubrica do experimentador



A corrente dada pelo equipamento é bem suave e não é dolorosa. Porém você pode sentir um pequeno desconforto, e suas mãos podem ficar com a sensação de formigamento ou coceira após o exame, que desaparecerão em alguns segundos. Também poderá apresentar uma ligeira vermelhidão no local onde os discos de ouro foram colocados, e que sumirá depois de alguns minutos.

Caso você apresente algum problema relacionado ao exame, você será encaminhado (a) e acompanhado (a) para avaliação no Hospital Regional Público de Betim, na grande Belo Horizonte, tendo como médico o Dr. César Miranda dos Santos. Os pesquisadores se responsabilizarão pelo tratamento médico, transporte e pelas indenizações estabelecidas por lei (cobertura material e ressarcimento para compensar algum dano imediato ou tardio, causado pela pesquisa).

QUE BENEFÍCIOS PODE HAVER EM PARTICIPAR?

Você não obterá benefícios imediatos por participar desta pesquisa. Informamos que não receberá dinheiro em troca de sua participação, mas receberá o valor em dinheiro do vale transporte para o seu deslocamento de ida e vinda no momento da coleta. Caso sinta fome, haverá um lanche disponível para você no local de coleta.

Você também estará contribuindo para o desenvolvimento da ciência, para que pessoas que tenham o AVC possam ter uma reabilitação com técnicas mais modernas que melhorem tanto a movimentação quanto a sensibilidade do braço acometido.

E AGORA?

Você deve pensar cuidadosamente se quer ou não participar deste estudo. Se tiver dúvidas, discuta conosco até poder tomar uma decisão consciente. Se você decidir participar, as informações da sua avaliação serão analisadas com as informações de outros pacientes. Não será divulgada a identificação de qualquer participante.

Os resultados de sua avaliação, assim como a avaliação de seu prontuário, serão de responsabilidade do pesquisador responsável pelo projeto e dos profissionais que possam participar deste projeto de pesquisa, não sendo permitido acesso de qualquer pessoa não envolvida com o estudo. Você terá direito de conhecer os resultados obtidos pelo pesquisador. Os resultados do estudo serão divulgados em publicações científicas. Esse experimento vai fazer parte do mestrado de Renata Costa de Miranda Santos, orientada pelo professor doutor Carlos Julio-Tierra Criollo. Você pode também interromper o seu experimento ou sair do estudo no momento em que desejar. Como pesquisadora responsável, comprometo-me a utilizar os dados coletados somente para esta pesquisa, justificando o destino e a importância de utilização.

Saiba que, em qualquer fase do experimento você terá acesso à experimentadora responsável: **Renata Costa de Miranda Santos**, que pode ser encontrada através dos telefones **(31) 34093428**(Núcleo de Estudos e Pesquisa em Engenharia Biomédica) ou **(31) 88048682**(pessoal). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ – R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255 – Cidade Universitária/Ilha do Fundão - Sala 01D-46/1º andar - pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 15 horas, ou através do e-mail: cep@hucff.ufrj.br;

CONSENTIMENTO

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado que li ou que foram lidas para mim. Eu discuti com Renata Costa de Miranda Santos, sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos e sem a perda de atendimento nesta Instituição ou de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Rubrica do participante

Rubrica do experimentador



Eu receberei uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu (ou meu representante legal) e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE e assinar na última folha.

Data: ___/___/___

Nome do participante:

Assinatura:

Data: ___/___/___

Nome do pesquisador responsável:

Assinatura do pesquisador responsável:

Rubrica do participante

Rubrica do experimentador
