



UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FACULDADE DE MEDICINA

CURSO DE FISIOTERAPIA

MÓDULO PESQUISA EM FISIOTERAPIA III

TÍTULO: Propriedades psicométricas de instrumentos de avaliação sensorial quantitativa: uma revisão sistemática.

TITLE: Psychometric properties of instruments of quantitative sensory assessment: a systematic review

Artigo final corrigido, submetido para processo de avaliação no módulo de Pesquisa em Fisioterapia III.

Aluna: Maria Caroline da Silva

Orientadora: Profa. Lidiane Andrea Oliveira Lima

FORTALEZA

2019

TÍTULO: Propriedades psicométricas de instrumentos de avaliação sensorial quantitativa: uma revisão sistemática.

TITLE: Psychometric properties of instruments of quantitative sensory assessment: a systematic review

RESUMO

Introdução: No campo da neurociência, a experiência sensorial humana é um objeto de estudo abordado de diversas maneiras. O estudo da integridade das vias de condução sensorial, que pode ser utilizado para fins diagnósticos, pode ser feito através da determinação do limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE). O objetivo desta revisão é examinar os estudos que analisaram as propriedades psicométricas de equipamentos de determinação do LPCE em indivíduos com algum tipo de alteração sensitiva. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão sistemática de estudos que buscaram investigar as propriedades de medida de equipamentos de avaliação sensorial quantitativa, de natureza não invasiva, em indivíduos com algum tipo de alteração sensitiva. As bases de dados consultadas foram PubMed, PEDro e CINAHL. A avaliação da qualidade metodológica utilizou critérios adaptados com base no COSMIN (COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments). **Resultados:** Foram encontrados 414 artigos, dos quais 10 foram incluídos na amostra final. O equipamento utilizado em todos os estudos para a obtenção do LPCE foi o Neurometer®. As propriedades de medida investigadas foram a validade de construto e a validade de critério, obtendo uma avaliação metodológica suficiente em todos os estudos incluídos. **Considerações finais:** Os resultados adequados para as propriedades de medida investigadas favorecem a utilização da avaliação sensorial quantitativa em indivíduos com alterações de sensibilidade, através da determinação do limiar de percepção de corrente elétrica. No entanto, é enfatizada a necessidade da realização de estudos que possam analisar outras propriedades, como confiabilidade, a responsividade e a segurança.

Palavras chave: limiar de percepção de corrente elétrica, avaliação sensorial quantitativa, déficit sensitivo, neuropatia.

Abstract

Introduction: In the field of neuroscience, human sensory experience is an object of study approached in various ways. The study of the integrity of the sensory conduction pathways, which can be used for diagnostic purposes, can be done by determining the current perception threshold (CPT). The aim of this review is to examine studies that analyzed the psychometric properties of equipments used to assess the CPT in individuals with some kind of sensory impairment. **Methods:** This is a systematic review of studies that sought to investigate the measurement properties of non-invasive quantitative sensory assessment equipment in individuals with some type of sensory impairment. The databases consulted were PubMed, PEDro and CINAHL. The methodological quality assessment used adapted criteria based on the COSMIN-Checklist (COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments). **Results:** After the researches on the databases 414 articles were found, of which 10 were included in the final sample. The equipment used in all studies to obtain the CPT was the Neurometer®. The measurement properties investigated were construct validity and criterion validity, and all the studies obtained a methodological evaluation classified as sufficient. **Concluding remarks:** The adequate results for the measurement properties investigated favor the use of quantitative sensory evaluation in individuals with sensitivity alterations, through the determination of the electric current perception threshold. However, it's emphasized the need to conduct studies that can analyze other measurement properties, such as reliability, responsiveness and safety.

Key-words: current perception threshold, quantitative sensory test, sensory deficit, neuropathy.

1. INTRODUÇÃO

No campo da neurociência, a experiência sensorial humana é um objeto de estudo abordado de diversas maneiras. Um exemplo é a investigação da integridade das vias sensoriais, feita de forma qualitativa ou quantitativa, e que pode ser utilizada para fins diagnósticos, determinação da eficácia de entre outros⁽¹⁾. Dentro desses métodos de avaliação sensorial, a determinação do limiar sensitivo, definido como a menor quantidade de determinada energia capaz de evocar uma percepção, pode ser feita utilizando estímulos naturais ou elétricos⁽²⁾.

No caso dos estímulos elétricos, a seletividade da evocação de respostas pode ser alcançada através da variação de energia entregue pela corrente dos equipamentos de avaliação sensitiva. Tal variação de energia, representada pela frequência, irá avaliar de forma seletiva as diferentes populações de fibras nervosas sensitivas, do tipo A- β , A- α e C, que geralmente respondem às frequências de 2000Hz, 250Hz e 5Hz, respectivamente⁽³⁾. Equipamentos de avaliação desse tipo fornecem o estímulo através de eletrodos de superfície, e são capazes de atenuar as interferências que a variação de impedância da pele pode oferecer, obtendo assim um limiar sensitivo denominado limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE)⁽⁴⁾.

Fatores com potencial para influenciar qualquer método de avaliação desse tipo podem estar relacionados à rigorosidade do protocolo seguido pelos avaliadores, às características dos sujeitos avaliados e às variáveis do ambiente onde os testes foram realizados^(5, 6). Em relação à busca da padronização dos métodos de avaliação de condutividade nervosa, seja em populações saudáveis ou com alguma condição neurológica, há a necessidade de investigação sobre quais são os equipamentos neuroseletivos disponíveis e sobre o quanto esses são robustos e confiáveis na investigação dessas medidas.

Diante da presença desses equipamentos na prática clínica e no contexto da pesquisa, faz-se necessário identificar estudos que investigaram as propriedades de medida de cada aparelho a fim de recomendar o equipamento mais preciso e com acurácia de acordo com a população investigada. Tal investigação se faz necessária visto que esses equipamentos oferecem possíveis vantagens de acurácia diagnóstica em relação aos métodos tradicionais de avaliação sensitiva, devido à sua capacidade neuroseletiva. Portanto, o objetivo desta revisão é examinar as propriedades psicométricas de equipamentos neuroseletivos de avaliação quantitativa sensorial de

natureza não invasiva em indivíduos com algum tipo de alteração sensitiva, além de apresentar as características dos protocolos de utilização desses equipamentos.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática, que segue o modelo PRISMA-P (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Protocols)^(7,8). A inclusão dos estudos seguiu os seguintes critérios: avaliar a sensibilidade através de estímulo elétrico não invasivo; investigar alguma propriedade de medida/aplicabilidade de algum equipamento que avalie a função sensitiva; amostra constituída de indivíduos com déficit sensitivo de etiologia neurológica do tipo central ou periférica.

As bases de dados consultadas foram: PubMed, CINAHL e PEDr, mediante estratégia de busca composta pela combinação de termos referentes ao teste e população de interesse (como o exemplo da estratégia utilizada para a base de dados PubMed - Anexo 1). Não houve restrição referente à data de publicação ou à linguagem, e a busca foi realizada por dois pesquisadores, de forma independente. O *log* de busca adaptado para cada base de dados, assim como informações sobre título, ano e autores, foram mantidos em arquivo, para sistematizar as etapas de busca e seleção dos artigos. Como primeira etapa de *screening* dos estudos foi realizada a leitura dos títulos e resumos, para em seguida prosseguir quanto à decisão de armazenamento dos estudos pré-selecionados em banco de dados, para posterior leitura do artigo na íntegra. Todas as etapas foram conduzidas por dois avaliadores independentes, e em caso de discordância quanto aos artigos incluídos, a opinião de um terceiro avaliador foi solicitada.

Na etapa de extração dos dados, informações pontuais foram organizadas em tabelas, para facilitar a fase seguinte de síntese dos resultados. As informações extraídas para as tabelas diziam respeito a: autores, ano, tipo de equipamento utilizado, condição de saúde associada à anormalidade sensitiva investigada, informações sobre procedimentos práticos da avaliação, tipo de propriedade de medida investigada e resultados encontrados pelos autores.

Para a análise da qualidade metodológica dos estudos foi utilizado o sistema de classificação proposto por Bloemendaal, Water e Port⁽⁹⁾, que baseia a sua pontuação na porcentagem de itens atendidos pelos critério do COSMIN (COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments)⁽¹⁰⁾, um checklist padronizado que permite a classificação da qualidade metodológica de estudos que investigaram a qualidade metodológica de um instrumento.

3. RESULTADOS

Após a busca eletrônica foram encontrados 414 artigos, dos quais foram excluídos 387 após a análise dos títulos, restando assim 27 estudos. Desses, 17 foram descartados após a leitura dos resumos, por não avaliarem a função sensitiva de forma não invasiva através de estímulo elétrico ou não terem como amostra indivíduos com algum déficit sensorial. Dos 10 artigos restantes incluídos para análise na íntegra, ainda foram excluídos mais 4 após essa etapa, por não possuírem como um dos seus desfechos o limiar de percepção de corrente elétrica. Foi realizada busca manual ativa dos 6 estudos restantes, o que resultou na inclusão de mais 4 artigos, somando 10 artigos incluídos nesta revisão. A Figura 1 mostra o fluxo de inclusão de estudos ao longo de cada etapa incluindo os motivos para exclusão.

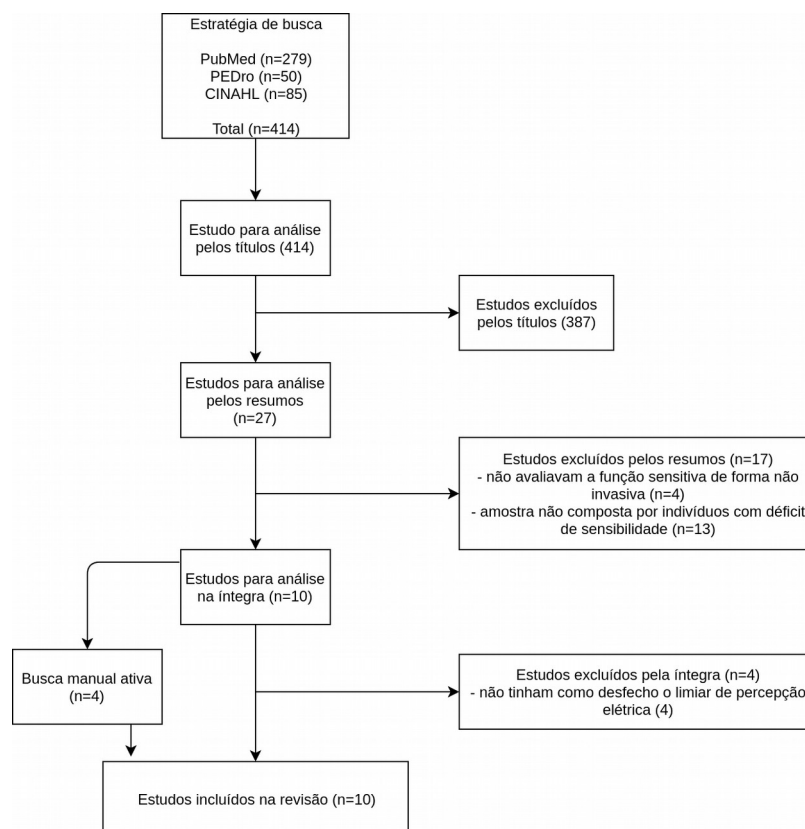


Figura 1: Fluxograma da busca e seleção dos estudos.

A maioria dos estudos utilizou a determinação do limiar de percepção de corrente elétrica com propósitos diagnósticos e de avaliação, seja para a detecção de alguma alteração da sensibilidade ou para fins de graduação do nível de comprometimento da função sensorial. Os equipamentos investigaram a função sensitiva em indivíduos com Síndrome do Túnel do Carpo (STC)^(11,12), Neuropatia Diabética (ND)⁽¹³⁻¹⁵⁾, Síndrome da Vibração do Segmento Mão-Braço (SVSMB)^(16,17), Neuropatia Periférica Induzida por

Quimioterapia (NIPQ)⁽¹⁸⁾, radiculopatia lombar⁽¹⁹⁾ e em indivíduos com lesão nervosa na língua⁽²⁰⁾(Tabela 1).

Os valores obtidos do limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE) foram comparados a dados provenientes de avaliações realizadas com instrumentos padronizados para cada condição estudada, assim como informações obtidas a partir do histórico médico dos indivíduos, relatos subjetivos a respeito da presença de sintomas e exame físico. A grande maioria dos estudos⁽¹²⁻¹⁷⁾ (60%) fez comparações dos valores de LPCE com resultados de testes de velocidade de condução nervosa motora e sensitiva; alguns ainda executaram testes de avaliação sensorial quantitativa para detectar outros limiares, como o limiar de percepção vibratória^(13,14,19)(Tabela 1).

Tabela 1: Características dos estudos incluídos (amostra, testes utilizados, propósito do LPCE e tipo de equipamento utilizado).						
Estudo	n	Idade (anos)	Condição de saúde	Testes de sensibilidade ou integridade nervosa aplicados	Propósito da determinação do LPCE*	Equipamento
Katims et al, 1991.	16	29 a 59 (média=38)	Síndrome do túnel do carpo.	Limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE).	Avaliação da integridade do nervo mediano em trabalhadores que executam tarefas repetitivas.	Neurometer®
Nishimura et al, 2004.	51(GE) 50(GC)	59.7±12.1	Síndrome do túnel do carpo.	Velocidade de condução nervosa e Limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE).	Avaliação da relação entre os resultados do LPCE e a severidade dos sintomas da STC.	Neurometer®
Matsutomo, Takebayashi e Aso, 2005	116 (GE) 38 (GC)	60.4±10.2 62.6±3.5	Neuropatia diabética	Limiar de percepção de corrente elétrica (CPT); velocidades de condução nervosa, motora e sensitiva; limiar de percepção vibracional; exames complementares	Detecção de alterações na função nervosa periférica relacionadas à neuropatia periférica em pacientes com DM tipo 2.	Neurometer®
Rendell et al, 2009.	71 (H:36) (M:35)	51±3 54±2	Neuropatia diabética	Limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE). Velocidades de condução nervosa, motora	Correlação entre as velocidades de condução nervosa com o LPCE na avaliação da	Neurometer®

				e sensitiva. Limiar de percepção vibracional.	severidade da neuropatia diabética.	
Park e Won, 2018.	202 (M: 85) (H: 117)	62.6±12.3	Neuropatia diabética	Limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE). Velocidades de condução nervosa.	O LPCE como preditor de fenótipo clínico na neuropatia diabética.	Neurometer®
House et all, 2009.	155	46±11	Síndrome de vibração do segmento mão-braço.	Limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE). Testes de velocidade de condução nervosa. Questionário específico (SSS).	Valor do LPCE como preditor da pontuação em escala específica de avaliação de severidade da SVSMB.	Neurometer®
Kurozawa e Nazu, 2001.	59 (GE) 20 (GC)	67.1±6.7 67.1±6.8	Síndrome de vibração do segmento mão-braço.	Limiar de percepção de corrente elétrica (CPT). Testes de velocidade de condução nervosa. Questionário específico (SSS).	Utilidade do LPCE para a avaliação de neuropatia induzida por vibração.	Neurometer®
Griffith et al, 2014.	29 (H:15) (M:14)	56.7±10.4	Neuropatia Periférica Induzida pela Quimioterapia (NIPQ).	Limiar de percepção de corrente elétrica (LPCE). Outros métodos de teste sensorial quantitativo (ex: LPV, LDT, LDM).	Capacidade do LPCE na detecção de sinais precoces de NIPQ.	Neurometer®
Yamashita et al, 2002.	48(GE) (H: 31) (M: 17) 11(GC) (H:7) (M:4)	39.7(média)) 38.2(média))	Radiculopatia causada por herniação discal lombar.	Limiar de percepção de corrente elétrica (CPT).	Avaliação da função sensorial de fibras nervosas em pacientes com radiculopatia.	Neurometer®
Ziccardi et al, 2012.	40 (H: 13) (M: 27)	34 (média)	Lesão de nervo trigêmeo (região dos 2/3 anteriores da língua)	Limiar de percepção de corrente elétrica (CPT).	Avaliação do papel do LPCE na avaliação de lesões nervosas da língua.	Neurometer®

Todos os estudos utilizaram o equipamento Neurometer®⁽²¹⁾ para obtenção do LPCE, e as propriedades de medida investigadas pelos autores foram a validade de construto e/ou a validade de critério. Na análise de hipóteses para construção da validade

de construto, investigada por todos os estudos incluídos, a validade convergente foi estudada por todos os autores, e cinco dos dez estudos^(12,13,17,19,20) incluiu ainda a investigação da validade discriminativa. A validade de critério foi analisada por três estudos^(13, 15,18), que utilizaram como critério comparativo questionários específicos para a condição de saúde estudada assim como testes da velocidade de condução nervosa. Considerando o sistema de classificação proposto por Bloemendaal, Water e Port⁽⁹⁾ a partir do checklist COSMIN para avaliação da qualidade metodológica, os estudos que investigaram somente a validade de construto^(11,12,14,16,17,19,20) apresentaram uma pontuação suficiente, e aqueles que adicionalmente investigaram a validade de critério^(13, 15, 18) também corresponderam aos requisitos de forma suficiente (Tabela 2).

Tabela 2: Resumo dos estudos que investigaram as propriedades de medida do NEUROMETER e a avaliação da qualidade metodológica dos segundo a adaptação da classificação do COSMIN por Bloemendaal, Water e Port⁽⁹⁾.

ESTUDO	PROPRIEDADES	RESUMO DOS RESULTADOS	COSMIN
Katims et al 1991(11).	Validade de construto-teste de hipótese	(SEN de detecção de sintomas através do LPCE:75%; SEN da detecção de sintomas através da avaliação clínica: 50%)	Suficiente.
Nishimura et al, 2004(12).	Validade de construto-teste de hipótese	Correlação entre LPCE e severidade clínica da STC: Cochran-Armitage trend test com resultados significativos, $P < 0.01$ % de anormalidades detectadas em todas as frequências proporcional ao grau de severidade dos sintomas.	Suficiente.
Matsutomo, Takebayashi e Aso, 2005(13).	Validade de construto-teste de hipótese Validade de critério	SEN do LPCE em relação a marcadores clínicos convencionais de neuropatia diabética: LPCE > VCNM e VCNS) correlação significativa e negativa entre LPCE-2000Hz e VCNM e VCNS, respectivamente: $r = -0.279$, $p = 0.003$ e $r = -0.350$, $p = 0.002$)	Suficiente.
Rendell et al, 2009(14).	Validade de construto-teste de hipótese	Correlação entre os ESS e ESF foi maior com os LPCE (mínimo $r_s = 0.22$, máximo $r_s = 0.57$, $p < 0.05$) do que com os TVCN (mínimo $r_s = 0.15$ e máximo $r_s = 0.38$, $p < 0.05$) A correlação mais alta ($r_s = 0.57$) foi exibida entre o LPCE e o ESF dos MMII.	Suficiente.
Park e Won, 2018(15).	Validade de construto – teste de hipóteses Validade de critério.	Os resultados do LPCE foram associados à presença de ND (SEN: 77.5%, ESP: 46.2%) ($R^2 = 18.4\%$; [OR], 1.17; 95% [CI], 1.07- 1.28; $P = 0.001$) análise ROC: (AUC) de 0.661 (95% CI, 0.591- 0.726; $P < 0.001$) Correlação significativa entre LPCE e pontuação do questionário MNSI: $r_p = 0.211$, $p = 0.003$. Correlações significativas entre os valores de LPCE e VCNs.	Suficiente.
House et all, 2009(16).	Validade de construto – teste de hipóteses.	Houve um aumento estatisticamente significativo dos LPCEs nos estágios mais severos dos sintomas, de acordo com a ES. De um modo geral, a frequência de LPCE mais preditiva dos estágios na ES foi a de 2000Hz, com	Suficiente.

		a maior taxa de probabilidade positiva (OR) encontrada entre o LPCE-2000Hz ulnar e a diferenciação entre os estágios 0 e 1 na escala ES (OR= 3.11, 95% CI: 1.65-5.85).	
Kurozawa e Nazu, 2001(17).	Validade de construto – teste de hipótese.	Houve um aumento significativo dos valores do LPCE correspondente às fibras mielinizadas, mas não nas não mielinizadas. SEN de diagnóstico do estágio 2 da ES: 76.9% SEN de diagnóstico do estágio 3 da ES: 92.3%	Suficiente.
Griffith et al, 2014(18).	Validade de construto – teste de hipótese. Validade de critério.	Não houve nenhuma associação significativa entre os LPCEs e o diagnóstico de NPIQ segundo os critérios da NCI-CTACE V3.0. As associações encontradas entre o LPCE e os testes clínicos foram: LDF com LPCE-5Hz [b=-2.5, 95%CI: (-4.5, -0.5)] e LPCE-2000Hz [b=-7.5, 95%CI: (-11.8, -3.3)] TRTP e LPCE-2000Hz [b=-52.8, 95%CI: (-94.6, -10.9)] As associações encontradas entre o LPCE e sintomas auto-reportados foram: LPCE-2000Hz e escore total da FACT&GOG [b=-1.8; 95%CI: (-3.5, -0.05)] LPCE-2000Hz e subescalas ntx neurotoxicity [b=-5.4, 95%CI: (-9.8, -0.9)] e TOI [b=-2.2, 95%CI: (-4.2, -0.2)] LPCE-2000Hz e o domínio de avaliação sensorial do NCI-CTCAE V3.0 [b=37.5, 95%CI: (1.4, 73.6)]	Suficiente.
Yamashita et al, 2002(19).	Validade de construto – teste de hipótese.	Diferença significativa entre os valores do LPCE do MI afetado e MI não afetado nos indivíduos com radiculopatia: valores de LPCE > no MI afetado (2000 Hz: P < 0.01, 95% CI 43.4 –73.6; 250 Hz: P < 0.01, 95% CI 9.7–22.9; 5 Hz: P < 0.01, 95% CI 2.5–9.5) Diferenças significativas entre os valores de LPCE entre MI afetados: valores de LPCE> nos indivíduos com hiperestesia nas frequências de 2000 Hz (P < 0.01, 95% CI 30 –90.3) e 250 Hz (P<0.05, 95% CI 4.6 –28.1). Relação entre valores de LPCE e severidade da dor: LPCE-5Hz > em pacientes com EVA>5 do que em pacientes com EVA<5 (P < 0.05, 95% CI 1.8 –22.2)	Suficiente
Ziccardi et al, 2012(20).	Validade de construto – teste de hipótese.	Diferenças significativas nos LPCEs entre o lado afetado e o não afetado nas frequências de 250Hz e 5Hz. Correlações significativa entres LPCE e os seguintes testes sensoriais clínicos: LPCE-5Hz e resposta nociceptiva ao calor (rs=-0.4, p=0,01) LPCE-250Hz e resposta a estímulo cutâneo superficial (<i>pinprick</i>) (rs=-0.37, p=0,02). LPCE-2000Hz e avaliação por monofilamento de Von-Frey: rs=0.33, p=0.04 e limiar vibratório (rs=-0.44, p=0,005).	Suficiente
SEN: sensibilidade; ESP: especificidade; LPCE: limiar de percepção de corrente elétrica; VCNM: velocidade de condução nervosa motora; VCNS: velocidade de condução nervosa sensitiva; r: coeficiente de correlação linear; ESS: escala de sintomas subjetivos; ESF: escala de sintomas físicos; rs: coeficiente de correlação de Spearman; R ² : Coeficiente de determinação de Nagelkerke; OR: odds ratio; ROC: <i>Receiver operating characteristic</i> ; AUC: <i>Area Under the Curve</i> ; MNSI: Michigan Neuropathy Screening Instrument questionnaire score; ES: Stockholm sensorineural scale; LDF: limiar de detecção de frio; b:			

coeficiente de correlação bivariada; TRTP: teste de reflexo tendinoso profundo; FACT&GOG: instrumento de avaliação do impacto dos sintomas da NPIQ no status funcional e na qualidade de vida das pessoas; ntx neurotoxicity: subescala de neurotoxicidade da FACT&GOG; TOI: Trial Outcome Index, subescala de funcionalidade da FACT&GOG; NCI-CTCAE V3.0: National Cancer Institute Common Terminology Criteria, utilizada para diagnóstico e graduação da NPIQ; EVA: escala visual analógica.

Na detecção de déficits em indivíduos com STC, SVSMB e ND o LCPE apresentou uma sensibilidade maior que 70%; no entanto, a especificidade no caso da ND foi de 46,3%. As correlações feitas entre valores de LPCE e métodos pré-estabelecidos pelos autores para construção da validade convergente mostraram as seguintes associações significativas: LPCE, testes clínicos e testes de velocidade de condução nervosa em pacientes com STC e ND. Houve correlação entre os valores de LPCE (máximo $r=0,52$) e os sintomas na ND; sintomas esses que também tiveram correlação significativa, porém menor (máximo $r=0,38$), com os testes de VCN. Foi encontrada uma correlação fraca ($r=0,211$) entre valores de LPCE e questionário específico (*Michigan Neuropathy Screening Instrument questionnaire score - MNSI*) de screening para sintomas de ND.

Na SVSMB foi observado um maior valor preditivo do LPCE-2000Hz do nervo ulnar na diferenciação entre os estágios de severidade do sintoma graduados por escala específica para essa condição (Stockholm sensorineural scale). Foram também constatadas correlações significativas entre LPCE, variáveis clínicas, instrumentos subjetivos e testes quantitativos na avaliação de sintomas na NIPQ. Em indivíduos com radiculopatia a validade de discriminação do LPCE foi significativa, com valores de LPCE-5Hz proporcionais ao nível de severidade dos sintomas dolorosos. Na identificação de sintomas de perda de função sensorial em indivíduos com lesão nervosa na língua foram observadas correlações fracas e moderadas (máximo $r_s=-0,44$; mínimo $r_s=0,33$) entre os valores de LPCE e testes clínicos. A maioria dos estudos forneceu informações sobre as características dos eletrodos utilizados e o local de fixação, com a região dorsal e lateral das falanges distais do dedo indicador e hálux sendo os locais mais utilizados para a fixação dos eletrodos. Outros locais descritos foram: dedo mínimo, quinto metatarso e região anterior da língua. Informações sobre o posicionamento dos indivíduos, tempo médio de realização do teste, temperatura do ambiente e número de repetições dos testes para a obtenção do LCPE em cada frequência não foram reportadas em todos os estudos. Aqueles que reportaram o número de repetições aplicaram um ciclo de 3⁽²⁰⁾, 5^(11,14), ou até 10 repetições⁽¹⁹⁾ e os estudos que informaram sobre o tempo médio de execução do teste esse tempo não ultrapassou 20 minutos (Tabela 3).

Tabela 3: Informações adicionais sobre os protocolos de obtenção do LPCE.

Estudo	Informação	Área de	Tempo	Posicionamen	Temperatu	Nº de
--------	------------	---------	-------	--------------	-----------	-------

	s sobre os eletrodos	obtenção do LPCE	médio de realização do teste	to do paciente	ra do ambiente do local de realização do teste	repetições para estabelecimento da validade do valor do LPCE obtido
Katims et al, 1991.	Diâmetro de 1cm Superfície de ouro. Distância de 1.7 entre os dois locais de fixação.	Região medial e lateral da falange distal do segundo dígito (bilateralmente). Nervo mediano.	8 a 16min	NI*	NI	5x
Nishimura et al, 2004.	Superfície de ouro. Distância de 1.7 entre os dois locais de fixação.	Região medial e lateral da falange distal do segundo dígito da mão direita. Nervo mediano.	NI	Recostados sobre um sofá.	“Quente” (warm).	NI
Matsutomo, Takebayashi e Aso, 2005.	NI	Dedo indicador esquerdo.	NI	NI	NI	NI
Rendell et al, 2009.	Diâmetro de 1cm. Superfície de carbono. Distância de 1.7 entre os dois locais de fixação.	Superfícies dorsais da falange distal do indicador E e hálux E.	NI	Sentados, em uma área quieta.	NI	5x
Park e Won, 2018.	Diâmetro de 1cm.	Dedo indicador D (dermatomo C7) e hálux D (dermatomo L4/L5).	Média de 7min.	NI	NI	NI
House et al, 2009.	NI	Superfície volar da extremidade do dedo indicador (n. mediano) e dedo mínimo (n. ulnar), em ambas as mãos.	NI	NI	NI	NI
Kurozawa e Nazu, 2001.	NI	Dedo indicador D e dedo mínimo D.	NI	NI	24°C	NI
Griffith et al, 2014.	Superfície de ouro. Diâmetro de 12mm.	NI	NI	NI	NI	NI

Yamashita et al, 2002.	NI	Região dorsal do 1º (dermatomo L5) e 5º (dermatomo S1) metatarsos	Média de 10min.	NI	22°C, “em uma quarto quieto”	6-10x
Ziccardi et al, 2012.	Diâmetro de 1cm. Descartáveis, com superfície quadrada de ouro.	2/3 anteriores da língua, em proximidade à área afetada por lesão nervosa.	NI	Língua estabilizada em uma posição protuberante.	NI	3x
*NI: não informado.						

4. DISCUSSÃO

Esta revisão buscou investigar as propriedades de medida de equipamentos neuroseletivos utilizados na avaliação sensorial quantitativa em indivíduos com déficit de sensibilidade. A avaliação metodológica dos estudos, de acordo com a classificação proposta por Bloemendaal, Water e Port⁽⁹⁾ a partir dos critérios do checklist COSMIN, mostrou que todos obtiveram uma pontuação suficiente para as propriedades de medida investigadas. Os maiores impeditivos para a obtenção de uma classificação metodológica boa ou excelente foram as despontuações relacionadas ao pequeno tamanho da amostra, assim como a não inclusão, na formulação das hipóteses, de maiores detalhes das correlações esperadas entre as variáveis estudadas.

Todos os estudos utilizaram as três frequências de estímulo de corrente elétrica senoidal que o equipamento Neurometer[®](21) é capaz de oferecer (2000Hz, 205Hz e 5Hz). A premissa teórica que embasou as hipóteses formuladas pelos autores baseou-se na capacidade dessas diferentes frequências testarem fibras nervosas distintas, como apontado pelos próprios desenvolvedores do equipamento⁽²¹⁾ e alguns estudos anteriores^(22,23). O valor diagnóstico e preditivo dos LPCEs seriam capazes de diagnosticar e diferenciar níveis de comprometimento nervoso sensitivo graças à natureza seletiva de algumas neuropatias, como a ND⁽²⁴⁾.

Analisando os resultados das análises de hipóteses testadas pelos estudos para determinação da validade de construto, a capacidade do LCPE para detecção de alterações sensoriais é corroborada pelos satisfatórios valores de sensibilidade encontrados nos estudos com indivíduos com STC, ND e SVSMB^(11,15,17). Nas

investigações da validade de critério convergente em indivíduos com ND, os resultados foram significativos na associação entre os valores de LPCE de fibras mielinizadas de grosso calibre e as velocidades de condução nervosa motora e sensorial, e associação dos valores de LPCE e sintomas clínicos, avaliados de forma subjetiva ou por meio de questionário específico^(13,14,15). No entanto, a força dessas correlações foi fraca ou moderada. Na avaliação do potencial diagnóstico do LPCE na detecção de déficits na função sensitiva em indivíduos com NPIQ⁽¹⁸⁾, radiculopatia⁽¹⁹⁾ e lesões nervosas da língua⁽²⁰⁾, as correlações encontradas foram significativas, o que expande o potencial diagnóstico do LPCE de alterações sensitivas com outras etiologias, visto que sua aplicação foi majoritária em indivíduos com STC e ND.

Em relação ao detalhamento dos protocolos de obtenção dos LPCE, a grande maioria dos estudos forneceu detalhes sobre as etapas de realização dos protocolos de obtenção do LPCE, citando os locais de fixação e o material componente dos eletrodos. Porém, detalhes como a temperatura do ambiente onde foi executada a avaliação, o posicionamento dos participantes avaliados e o tempo médio de avaliação não foram informações que os estudos julgaram pertinente informar. Os locais de fixação dos eletrodos condiz com os pontos descritos pelo fabricante do equipamento⁽²¹⁾, exceto na avaliação de alterações de sensibilidade na região dos 2/3 anteriores da língua. As informações sobre controle de temperatura do ambiente e postura dos participantes no momento de obtenção dos limiares podem ser detalhes relevantes a se considerar, visto que fatores contextuais podem afetar a resposta neural a estímulos^(25,26), o que pode influenciar na acurácia dos resultados obtidos.

Apesar dos resultados favoráveis à validade do LPCE na detecção de anormalidades sensitivas, nenhum dos autores considerou avaliar outras propriedades de medida em suas análises, como a confiabilidade ou a responsividade. Apesar da confiabilidade do LPCE já ter sido avaliada por outros estudos^(27,28), obtendo resultados favoráveis, essas investigações se deram em contextos diferentes, e a verificação dessa propriedade de medida poderia ser um fator a mais na verificação da utilidade clínica do LPCE enquanto método diagnóstico. Outro fator a se considerar na aplicabilidade dessa modalidade de teste quantitativo é a segurança na realização do teste, que não foi investigada por nenhum dos estudos. O não interesse pela investigação da segurança pode estar relacionado aos valores de intensidade da corrente elétrica utilizada para a obtenção do LPCE, que não oferece risco ou desconforto para o indivíduo submetido ao estímulo⁽²¹⁾.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já que a capacidade dos equipamentos de detectar anormalidades sensitivas em indivíduos com alterações de sensibilidade foi atestada pelos autores, e corroborada pela análise da qualidade metodológica dos estudos, que os classificou como suficientes, a aplicação desse método na clínica e na pesquisa é favorecida pelos resultados aceitáveis de validade de construto e validade de critério. Esses resultados sugerem que a determinação do limiar de percepção de corrente elétrica foi capaz de mensurar o desfecho hipotetizado pelos autores, além de refletir de forma adequada outros métodos padronizados de avaliação já estabelecidos para as condições de saúde estudadas. No entanto, é importante que outros estudos sejam conduzidos com o intuito de investigar propriedades de medida que não foram abordadas pelos autores; propriedades essas que possam refletir com mais clareza a utilidade clínica desse método, como a confiabilidade, a responsividade e a segurança.

REFERÊNCIAS

1. Meekins, G. D., So, Y. and Quan, D. (2008), American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine evidenced-based review: Use of surface electromyography in the diagnosis and study of neuromuscular disorders. *Muscle Nerve*, 38: 1219-1224. doi:10.1002/mus.21055
2. Kandel, E., Schwartz, J., Jessell, T., Siegelbaum, S. and Hudspeth, A. (2014). *Princípios de Neurociências*. 5th ed. Artmed, pp.393-414.
3. Fujiuchi, A. and Toga, T. (2008), Pharmacological effect of capsaicin on rat avoidance behaviours elicited by sine-wave electrical stimulation of different frequencies by Neurometer. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 60: 467-471. doi:10.1211/jpp.60.4.0009
4. Galvão MLS, Manzano GM, Braga NIO, Nóbrega JAM. Determinação do limiar de percepção de corrente elétrica em uma amostra de voluntários saudáveis normais. *Arq Neuropsiquiatr*. 2005;63(2-A):289-93.
5. Fong, S. , Goh, K. , Shahrizaila, N. , Wong, K. and Tan, C. (2016), Effects of demographic and physical factors on nerve conduction study values of healthy subjects in a multi-ethnic Asian population. *Muscle Nerve*, 54: 244-248. doi:10.1002/mus.25029
6. Lanza et al. (2017). Nerve Conduction Studies as a Measure of Disease Progression: Objectivity or Illusion? *Journal of Neuromuscular Diseases*, 4(3): 209-215. doi: 10.3233/JND-170243.
7. Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D.G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009; 339:332-6.
8. Liberati A., Altman D.G., Tetzlaff J., Mulrow C., Gotzsche P.C., Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic review and meta-analysis of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Ann Inter Med*. 2009; 151(4):65-94.
9. Bloemendaal M, Water ATM, Port IGL. Walking tests for stroke survivors: a systematic review of their measurement properties. *Disabil Rehabil*. 2012;34(26):2207-21.
10. Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL et al. The COSMIN checklist for assessing the methodological quality of studies on measurement properties of health status measurement instruments: an international Delphi study. *Qual Life Res*. 2010;19:539–549.
11. Katims JJ, Patil AS, Rendell M, Rouvelas P, Sadler B, Weseley SA et al. Current perception threshold screening for carpal tunnel syndrome. *Arch Environ Health*. 1991

Ago; 46(4).

12. Nishimura A, Ogura T, Hase H, Makinodan A, Hojo T, Katsumi Y et al. A correlative electrophysiologic study of nerve fiber involvement in carpal tunnel syndrome using current perception thresholds. *Clinical Neurophysiology*, 2004;(11):1921–24.
13. Matsutomo R, Takebayashi K, Aso Y. Assessment of Peripheral Neuropathy Using Measurement of the Current Perception Threshold with the Neurometer ® in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *J Int Med Res*. 2005; 33: 442 – 453.
14. Rendell M S, Katims J J, Richter R, Rowland F. A comparison of nerve conduction velocities and current perception thresholds as correlates of clinical severity of diabetic sensory neuropathy. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1989; 52: 502-511.
15. Park JH , Won JC. Patterns of Nerve Conduction Abnormalities in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus According to the Clinical Phenotype Determined by the Current Perception Threshold. *Diabetes Metab J*, 2018;42:519-28.
16. House R, Krajnak K, Manno M, Lander L. Current perception threshold and the HAVS Stockholm sensorineural scale. *Occupational Medicine* 2009;59:476–482.
17. Kurozawa Y, Nasu Y. Current Perception Thresholds in Vibration-Induced Neuropathy. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 2001; 56:3, 254-256.
18. Griffith KA, Couture DJ, Zhu S, Pandya N, Johantgen ME, Johantgen G et al. Evaluation of Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy using Current Perception Threshold and Clinical Evaluations. *Support Care Cancer*. 2014 Mai;22(5): 1161–69.
19. Yamashita T, Kanaya K, Kanaya M, Takebayashi T, Kawaguchi S, Katahira G. A Quantitative Analysis of Sensory Function in Lumbar Radiculopathy Using Current Perception Threshold Testing. *Spine*. 2002; 27(4):1567-1570.
20. Ziccardi VB, Dragoo J, Eliav E, Benoliel R. Comparison of Current Perception Threshold Electrical Testing to Clinical Sensory Testing for Lingual Nerve Injuries. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012 fev;70(2):289-94.
21. Neurometer CPT. Clinical and Research Update (2010-2011). Neurotron, Inc.; 2010.
22. Katims JJ. Neuroselective current perception threshold quantitative sensory test. *Muscle Nerve*. 1997 Nov;20(11):1468-9.
23. American Association of Electrodiagnostic Medicine. Technology review: the Neurometer Current Perception Threshold (CPT). AAEM Equipment and Computer Committee. *Muscle Nerve*. 1999 Apr;22(4):523-31.
24. Richerson SJ, Robinson CJ, Shum J. A comparative study of reaction times between type II diabetics and non-diabetics. *Biomedical Engineering Online*. 2005; 4:12. <http://dx.doi.org/10.1186/1475-925X-4-12>.

25. Buzatu, S. The temperature-induced changes in membrane potential. Riv Biol; 2009 May-Aug.
26. Osamu, S., Yoshihiro, I. The Current Perception Thresholds Vary Between Horizontal and 70° Tilt-Up Positions. Anesth Analg. 2000 Aug;91(2):398-402.
27. Gaudreault F, Drolet P, Fallaha M, Varin F. The reliability of the current perception threshold in volunteers and its applicability in a clinical setting. Anesth Analg. 2015 Mar;120(3):678-83.
28. Ogawa T, Kimoto S, Nakashima Y, Furuse N, Ono M, Furokawa S, Okubo M, Yazaki T, Kawai Y. Measurement reliability of current perception threshold and pain threshold in parallel with blood sampling. Clin Exp Dent Res. 2017 Aug 2;3(4):154-159.

Anexo 1. Estratégia de busca para a base de dados PUBMED:

((((((((((((((((((((((((((((((((((((((Nervous System Diseases[Title/Abstract] OR Nervous System Malformations[Title/Abstract]) OR Neurologic Manifestations[Title/Abstract]) OR Neurodegenerative Diseases[Title/Abstract]) OR (Hereditary Degenerative[All Fields] AND Disorders, Nervous System[Title/Abstract])) OR Hereditary Sensory Neuropathy[Title/Abstract]) OR Polyneuropathies[Title/Abstract]) OR Peripheral Nervous System Diseases[Title/Abstract]) OR Cranial Nerve Diseases[Title/Abstract]) OR Cranial Nerve Injuries[Title/Abstract]) OR Sensory Neuropathy[Title/Abstract]) OR Alcoholic Neuropathy[Title/Abstract]) OR Diabetes Mellitus[Title/Abstract]) OR Diabetes Insipidus[Title/Abstract]) OR Diabetes Complications[Title/Abstract]) OR Diabetic Neuropathies[Title/Abstract]) OR Tactile Neuropathy[Title/Abstract]) OR Brachial Plexus Neuritis[Title/Abstract]) OR Facial Nerve Diseases[Title/Abstract]) OR Facial Nerve Injuries[Title/Abstract]) OR Brachial Plexus Neuropathies[Title/Abstract]) OR Paraneoplastic Polyneuropathy[Title/Abstract]) OR Bell Palsy[Title/Abstract]) OR Melkersson-Rosenthal Syndrome[Title/Abstract]) OR Trigeminal Nerve Diseases[Title/Abstract]) OR Amyloid Neuropathies[Title/Abstract]) OR Refsum Disease[Title/Abstract]) OR Neuralgia[Title/Abstract]) OR Pain perception[Title/Abstract]) OR Perception[Title/Abstract]) OR Discrimination[Title/Abstract]) OR Perceptual Distortion[Title/Abstract])

AND ((((((((((((((((((((((((((Investigative Techniques[Title/Abstract] OR ("generalisation"[All Fields] OR "generalization (psychology)"[MeSH Terms] OR "generalization"[All Fields] AND "(psychology)"[All Fields]) OR "generalization (psychology)"[All Fields] OR "generalization"[All Fields]) AND Stimulus[Title/Abstract])) OR ("generalisation"[All Fields] OR "generalization (psychology)"[MeSH Terms] OR "generalization"[All Fields] AND "(psychology)"[All Fields]) OR "generalization (psychology)"[All Fields] OR "generalization"[All Fields]) AND Response[Title/Abstract])) OR (Electrical Equipment[Title/Abstract] AND Supplies[Title/Abstract])) OR Electrodes[Title/Abstract]) OR Micro-Electrical-Mechanical Systems[Title/Abstract]) OR Wearable Electronic Devices[Title/Abstract]) OR Electric Stimulation Therapy[Title/Abstract]) OR (("diagnosis"[Subheading] OR "diagnosis"[All Fields] OR "diagnosis"[MeSH Terms]) AND Early Diagnosis[Title/Abstract]))

OR Clinical Decision-Making[Title/Abstract]) OR Diagnosis, Differential[Title/Abstract]) OR

(Diagnostic Techniques[Title/Abstract] AND Procedures[Title/Abstract]) OR ("diagnosis"[MeSH Terms] OR "diagnosis"[All Fields] OR "diagnostic"[All Fields]) AND ("methods"[Subheading] OR "methods"[All Fields] OR "techniques"[All Fields] OR "methods"[MeSH Terms] OR "techniques"[All Fields]) AND Neurological[Title/Abstract]) OR (("feedback"[MeSH Terms] OR "feedback"[All Fields]) AND Psychological[Title/Abstract]) OR Physical Examination[Title/Abstract] OR Psychophysics[Title/Abstract] OR ("signal detection, psychological"[MeSH Terms] OR ("signal"[All Fields] AND "detection"[All Fields] AND "psychological"[All Fields]) OR "psychological signal detection"[All Fields] OR ("signal"[All Fields] AND "detection"[All Fields]) OR "signal detection"[All Fields]) AND Psychological[Title/Abstract]) OR Neurologic Examination[Title/Abstract] OR Prognosis[Title/Abstract] OR Differential Threshold[Title/Abstract] OR Sensory Thresholds[Title/Abstract] OR Pain Threshold[Title/Abstract] OR Pain Measurement[Title/Abstract] OR Hyperesthesia[Title/Abstract] OR Hypoesthesia[Title/Abstract] OR Reaction Time[Title/Abstract] OR (Refractory[All Fields] AND ("menstruation"[MeSH Terms] OR "menstruation"[All Fields] OR "period"[All Fields]) AND Psychological[Title/Abstract]) OR Neurometer[Title/Abstract] OR Neurostim[Title/Abstract] OR Current Perception Threshold[Title/Abstract]) AND (((((((((((("evaluation studies as topic"[MeSH Terms] OR ("evaluation"[All Fields] AND "studies"[All Fields] AND "topic"[All Fields]) OR "evaluation studies as topic"[All Fields]) OR ("reproducibility of results"[MeSH Terms] OR ("reproducibility"[All Fields] AND "results"[All Fields]) OR "reproducibility of results"[All Fields])) OR ("data accuracy"[MeSH Terms] OR ("data"[All Fields] AND "accuracy"[All Fields]) OR "data accuracy"[All Fields])) OR ("dimensional measurement accuracy"[MeSH Terms] OR ("dimensional"[All Fields] AND "measurement"[All Fields] AND "accuracy"[All Fields]) OR "dimensional measurement accuracy"[All Fields])) OR ("feasibility studies"[MeSH Terms] OR ("feasibility"[All Fields] AND "studies"[All Fields]) OR "feasibility studies"[All Fields])) OR ("validation studies as topic"[MeSH Terms] OR ("validation"[All Fields] AND "studies"[All Fields] AND "topic"[All Fields]) OR "validation studies as topic"[All Fields])) OR ("validation studies"[Publication Type] OR "validation studies as topic"[MeSH Terms] OR "validation studies"[All Fields])) OR ("proof of concept study"[MeSH Terms] OR ("proof"[All Fields] AND "concept"[All Fields] AND "study"[All Fields]) OR "proof of concept study"[All Fields])) OR reliability[All Fields] OR (Clinimetric[All Fields] AND properties[All Fields]) OR ("psychometrics"[MeSH Terms] OR "psychometrics"[All Fields] OR "psychometric"[All Fields]) AND properties[All Fields]) OR ("weights and measures"[MeSH Terms] OR ("weights"[All Fields] AND "measures"[All Fields]) OR "weights and measures"[All Fields]

OR "measure"[All Fields])) OR ("metric system"[MeSH Terms] OR ("metric"[All Fields] AND "system"[All Fields]) OR "metric system"[All Fields])) OR ("reference values"[MeSH Terms] OR ("reference"[All Fields] AND "values"[All Fields]) OR "reference values"[All Fields])) OR ("outcome assessment (health care)"[MeSH Terms] OR ("outcome"[All Fields] AND "assessment"[All Fields] AND "(health"[All Fields] AND "care)"[All Fields]) OR "outcome assessment (health care)"[All Fields] OR ("outcome"[All Fields] AND "assessment"[All Fields]) OR "outcome assessment"[All Fields]) AND ("delivery of health care"[MeSH Terms] OR ("delivery"[All Fields] AND "health"[All Fields] AND "care"[All Fields]) OR "delivery of health care"[All Fields] OR ("health"[All Fields] AND "care"[All Fields]) OR "health care"[All Fields])))) NOT psychological[All Fields]) NOT ("surgical procedures, operative"[MeSH Terms] OR ("surgical"[All Fields] AND "procedures"[All Fields] AND "operative"[All Fields]) OR "operative surgical procedures"[All Fields] OR "surgical"[All Fields])) NOT motor[All Fields]) NOT ("liver"[MeSH Terms] OR "liver"[All Fields])) NOT palliative[All Fields]) NOT ("glycated hemoglobin a"[MeSH Terms] OR "glycated hemoglobin a"[All Fields] OR "hba1c"[All Fields])) NOT ("child"[MeSH Terms] OR "child"[All Fields] OR "children"[All Fields]) AND "humans"[MeSH Terms]