

Avaliação por posturografia de disfunções vestibulares através da estimulação por realidade virtual

Evaluation of vestibular dysfunctions through virtual reality stimulation

Evaluación posturográfica de disfunciones vestibulares mediante estimulación de realidad virtual

Recebido: 26/12/2022 | Revisado: 04/01/2023 | Aceitado: 06/01/2023 | Publicado: 11/01/2023

Ana Clara Teixeira Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6672-3736>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: fisioanateixeira@gmail.com

Maria Clara Peixoto Marinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1732-156X>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: clarinha_peixoto@outlook.com

Marana Ali Silveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9904-2061>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: marana.ali@gmail.com

Camila Rinaldi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7363-4264>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: camila.rinaldi.471@ufrn.edu.br

José Diniz Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2327-945X>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: dinizotorrino@gmail.com

Juliana Maria Gazzola

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9333-1831>
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: juliana.gazzola@ufrn.br

Resumo

Introdução: O controle postural é mantido por meio da interação sinérgica entre sistemas somatossensorial, visual, vestibular e neuromusculoesquelético. Essa interação mantém o Centro de Gravidade (CG) dentro da Base de Suporte (BS) e do Limite de Estabilidade (LE), além de proporcionar respostas rápidas quando há perturbações externas. O controle postural pode ser avaliado por meio da posturografia, utilizando uma plataforma de força computadorizada ao qual o paciente é submetido a provas que proporcionam condições sensoriais diferentes, e promove estímulo do reflexo oculomotor optocinético, e é relevante para diagnóstico dos parâmetros que induzem a instabilidade, em várias condições clínicas, que inclui também a percepção de tontura pelo paciente e queixas de desequilíbrio corporal. **Objetivo:** trazer o método de avaliação da posturografia computadorizada Horus® em pacientes com disfunções no equilíbrio corporal de base vestibular. **Metodologia:** A plataforma de força computadorizada Horus®, é um sistema destinado ao diagnóstico do equilíbrio corporal na posição ereta, é composto por 15 provas diferentes, com variação de estímulo visual, posição da cabeça, posição corporal e utilização almofada de espuma para supressão parcial do equilíbrio corporal. As provas de 01 a 08 demonstram sigla e descrição fixas, em consequência dos requisitos da análise sensorial, e as provas de 09 a 15 podem ser modificadas pelo examinador. **Conclusão:** Trata-se de uma ferramenta importante, pois nos permite ter acesso a dados quantitativos da avaliação do equilíbrio corporal, e a partir destes resultados podemos direcionar intervenções de fisioterapêuticas com objetivo de traçar estratégias de coordenação motora e controle postural.

Palavras-chave: Doenças vestibulares; Equilíbrio postural; Tontura; Vertigem.

Abstract

Introduction: Postural control is maintained through synergistic interaction between somatosensory, visual, vestibular and neuromusculoskeletal systems. This interaction keeps the Center of Gravity (CG) within the Support Base (SB) and Stability Limit (SL), and provides quick responses when there are external disturbances. Postural control can be evaluated by posturography, using a computerized force platform to which the patient is submitted to tests that provide different sensory conditions, and promotes stimulation of the optokinetic oculomotor reflex, and is relevant

for the diagnosis of parameters that induce instability, in various clinical conditions, which also includes the perception of dizziness by the patient and complaints of body imbalance. Objective: to bring the method of evaluation of Horus® computerized posturography in patients with dysfunctions in vestibular-based body balance. Method: The Horus® computerized force platform, is a system designed for the diagnosis of body balance in the upright position, consists of 15 different tests, with variation of visual stimulus, head position, body position and use foam pad for partial suppression of body balance. Evidence from 01 to 08 shows fixed acronym and description as a result of the requirements of sensory analysis, and tests 09 to 15 can be modified by the examiner. Conclusion: This is an important tool, because it allows us to have access to quantitative data on body balance assessment, and from these results we can direct physical therapy interventions in order to design strategies for motor coordination and postural control.

Keywords: Vestibular diseases; Postural balance; Dizziness; Vertigo.

Resumen

Introducción: El control postural se mantiene a través de la interacción sinérgica entre los sistemas somatosensorial, visual, vestibular y neuromusculoesquelético. Esta interacción mantiene el Centro de Gravedad (CG) dentro de la Base de Soporte (BS) y el Límite de Estabilidad (LE), y proporciona respuestas rápidas cuando hay perturbaciones externas. El control postural puede ser evaluado por posturografía, utilizando una plataforma de fuerza computarizada a la que el paciente es sometido a pruebas que proporcionan diferentes condiciones sensoriales, y promueve la estimulación del reflejo oculomotor optocinético, y es relevante para el diagnóstico de parámetros que inducen inestabilidad, en diversas condiciones clínicas, que también incluye la percepción de mareos por parte del paciente y quejas de desequilibrio corporal. Objetivo: llevar el método de evaluación de la posturografía computarizada Horus® en pacientes con disfunciones en el equilibrio corporal vestibular. Metodología: La plataforma de fuerza computarizada Horus®, es un sistema diseñado para el diagnóstico del equilibrio corporal en posición vertical, consta de 15 pruebas diferentes, con variación de estímulo visual, posición de la cabeza, posición del cuerpo y uso de almohadilla de espuma para la supresión parcial del equilibrio corporal. La evidencia de 01 a 08 muestra acrónimo y descripción fijos como resultado de los requisitos del análisis sensorial, y las pruebas 09 a 15 pueden ser modificadas por el examinador. Conclusión: Esta es una herramienta importante, ya que nos permite tener acceso a datos cuantitativos sobre la evaluación del equilibrio corporal, y a partir de estos resultados podemos dirigir intervenciones de fisioterapia con el fin de diseñar estrategias de coordinación motora y control postural.

Palabras clave: Enfermedades vestibulares; Equilibrio postural; Mareos; Vértigo.

1. Introdução

O controle postural é mantido por meio da interação sinérgica entre sistemas somatossensorial, visual, vestibular e neuromusculoesqueléticos. A integração de informações entre estes sistemas, mantém o Centro de Gravidade (CG) dentro da Base de Suporte (BS) e do Limite de Estabilidade (LE), além de proporcionar respostas rápidas quando há perturbações externas (Cuevas-Trisan, 2017; Siddiqi & Masood, 2018). O sistema vestibular é a parte não auditiva da orelha interna, e é composto por dois órgãos otolíticos (utrículo e sáculo), e três canais semicirculares (anterior, lateral e posterior). Suas funções desempenham papel importante para orientação espacial e sensação subjetiva da cabeça, configura a atividade muscular, mantém a postura do corpo, assim como estabiliza os olhos ao movimento de cabeça que assegura uma imagem estável para retina (Coto et al., 2021; Huang et al., 2022).

Indivíduos com disfunção vestibular podem apresentar queixa de tontura, e esta, pode aparecer quando há perturbação neurológica central ou vestibular periférica. Também, a tontura pode ser consequência de complicações cervicais, manifestação de processo sistêmico, somatossensoriais ou visuais. A visão, por exemplo, pode ser afetada por uma disfunção vestibular. A relação patológica entre esses dois sistemas resulta em sintomas vestibulo-visuais. Esses compreendem sensações falsas de inclinação do ambiente visualizado, movimentos e distorção (Menant et al., 2020).

À vista disso, identificar distúrbios no controle postural, sendo este de causas multifatoriais, requer uma avaliação abrangente, para identificar fatores contribuintes, e intervenções direcionadas, auxiliando assim na prevenção da dependência e disfunções nesta população (Brandão et al., 2018).

A plataforma de força tem sido aplicada para avaliar a influência dos sistemas visual, somatossensorial e vestibular na manutenção da postura ereta em situações em que o indivíduo tem redução de entradas sensoriais (visuais e somatossensorial).

A posturografia computadorizada é realizada com uma plataforma de força que possui sensores de pressão que detectam oscilações do Centro de Pressão (CP), e é utilizada para avaliação complementar do controle postural (Rosiak et al., 2022; Wagner et al., 2021). O CP é uma referência para verificar a coordenação da postura e movimento, pois é um ponto de aplicação decorrente de forças verticais, e essas forças agirão sobre a plataforma posturográfica, serão lidas por detectores, transformadas em sinais digitais e conduzidas ao computador^{11,12}. (Cuevas-Trisan, 2017; Howcroft et al., 2017).

O método mais utilizado na posturografia é o que realiza o Teste de Organização Sensorial (TOS), no qual a plataforma de força fará a detecção de oscilações posturais do paciente quando há alterações no *feedback* visual e somatossensorial. Logo, a intensidade da oscilação postural depende da capacidade que o indivíduo terá em solicitar dicas sensoriais restantes (Wagner et al., 2021; Wittstein et al., 2020).

A posturografia pode ser subdividida basicamente em duas formas de aplicação, a primeira é a posturografia semiestática, que faz a mensuração da oscilação corporal com o paciente parado, sob estímulos perturbadores. E a segunda é a posturografia dinâmica, que mensura correções dinâmicas, que o paciente é capaz de realizar de sua posição e velocidade corporal (Balaguer et al., 2012). Ademais, a posturografia é feita aliada à realidade virtual, que pode ser imersiva, semimersiva e não imersiva, ainda é capaz de auxiliar na criação de ambientes visuais variados, no qual o avaliador pode fazer o manejo, e oferecer conjunto adequado de estímulos para o paciente avaliado (Tossavainen, et al., 2006).

No Brasil foi desenvolvida uma plataforma de força portátil, de baixo custo, e realiza avaliações da postura semiestáticas, através da detecção do CP, além de quantificar parâmetros de domínio do tempo e da frequência por intermédio de um *software* de diagnóstico que inclui provas com estímulos visuais projetados em uma televisão ou monitor de vídeo. Também, é possível utilizá-la na reabilitação de pacientes por meio de jogos com exercícios posturais (Lambert et al., 2020; Nishino et al., 2021).

Esta plataforma de força pode ser utilizada para avaliação do controle postural de pacientes com vestibulopatia, por meio de provas que proporcionam condições sensoriais diferentes (olhos abertos; olhos fechados; superfície firme e instável), que possibilitam o reforço e atenuação da visão (por meio do reflexo optocinético com estímulos com barras e túnel), assim como, o reforço e atenuação do *feedback* somatossensorial por meio da espuma, e é relevante para diagnóstico dos parâmetros que induzem a instabilidade (Barboza e Tavares, 2019).

Ainda, os resultados fornecidos pelo exame trazem análises dos parâmetros quantitativos (Comprimento da trajetória em milímetros [mm], Limite de Estabilidade [LE] em mm², Área de Elipse de Confiança [EC] em mm², Velocidade Média [VM] total, Ântero-posterior e Médio-lateral em mm por segundo [mm/s] e EC/LE em %) que permitem orientar o diagnóstico clínico-funcional e a reabilitação do equilíbrio postural em pessoas de meia idade e idosas com disfunções vestibulares (Barboza e Tavares, 2019).

A literatura nacional é escassa, e ainda não existem referências acerca da avaliação posturográfica na plataforma Horus® em pacientes com vestibulopatia. Este artigo tem como objetivo apresentar o método de avaliação da posturografia computadorizada Horus® em pacientes com disfunções no equilíbrio corporal de base vestibular.

2. Metodologia

Revisão e Discussão

a) Avaliação do equilíbrio através da posturografia computadorizada Horus® (Perracini e Fló, 2019).

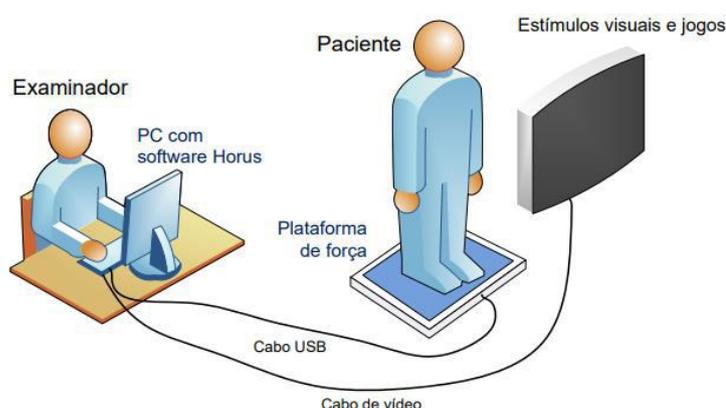
Como supramencionado, o equilíbrio corporal é mantido através da sinergia entre processos sensoriomotores e cognitivos, estes também estão relacionados à complexidade da tarefa, e o ambiente onde ela é realizada. Portanto, para avaliar

o equilíbrio corporal é necessário oferecer diferentes tarefas, em diferentes condições sensoriais, variando também as condições ambientais (Perracini e Fló, 2019).

A posturografia é um exame adicional para diagnóstico de disfunções vestibulares, e é um aliado dos testes tradicionais. Além disso, a posturografia traz resultados quantitativos, e ainda pode identificar a presença de alterações no controle postural, e se estas alterações são decorrentes de uma dificuldade de integração sensorial, à resposta motora ineficaz, ou as duas coisas (Duarte et al., 2022; Ferreira et al., 2020). A avaliação é feita no plano bidimensional e analisa parâmetros como a velocidade e o comprimento de oscilação (Allsopp & Dornhoffer, 2019).

A plataforma de força computadorizada Horus® é um sistema destinado ao diagnóstico do equilíbrio na posição ereta, e também utilizado para a reabilitação, através da execução de jogos lúdicos relacionados a tarefas posturais e cognitivas. Composto por uma plataforma de força retangular, que possui quatro sensores de força, que captam o CP, distribuídos em seus quatro cantos. Para a utilização do sistema é necessário o uso de um computador, com o objetivo de conectar-se a plataforma e a execução do *software* Horus®, além de um dispositivo auxiliar de vídeo (TV, monitor de vídeo ou tela de projetor), que permita a visualização das provas e dos jogos, representados na figura 1. Os dados adquiridos são analisados através do *software*, e podem ser visualizados através dos gráficos de estatocinesigrama, e estabilograma (mapeia o deslocamento médio-lateral, e o deslocamento ântero-posterior) (Barboza & Tavares, 2019).

Figura 1 - Esquema que representa o sistema da plataforma computadorizada Horus® retirada do manual. Observa-se que a plataforma de força está conectada a um computador através do cabo USB, e a televisão conectada por meio de um cabo de vídeo. O paciente é posicionado em cima da plataforma, de frente para a televisão onde será projetado estímulos visuais.



Fonte: Manual do Usuário – Horus – Sistema para Posturografia e Reabilitação Postural, 2019.

O exame deve ser realizado em uma sala ampla, silenciosa e com luz baixa.

A avaliação é realizada com o paciente em posição ortostática sobre a plataforma, com os braços relaxados e estendidos, frente à um dispositivo auxiliar de vídeo onde serão exibidos os estímulos, sem calçados com sola rígida, usando meias ou calçados maleáveis apropriados, posicionando os pés com a distância de 12 cm entre os maléolos internos, com ângulo de abertura formado pelos dois pés do paciente de 10° a 30°, em relação à linha vertical que passa no centro da plataforma (Barboza & Tavares, 2019); Gazzola 2020).

A plataforma de posturografia computadorizada Horus® contém até 15 provas diferentes, variando estímulo visual, posição da cabeça, posição corporal e utilizando almofada de espuma para supressão parcial do equilíbrio corporal. Essas

provas são divididas em duas partes, as provas de 01 a 08 demonstrarão sigla e descrição fixas, em consequência dos requisitos da análise sensorial, e as provas de 09 a 15 podem ser modificadas pelo examinador (Barboza & Tavares, 2019).

No protocolo, a prova inicial e obrigatória será a que avalia o LE, a qual servirá de parâmetro individual para as outras provas, pois seus resultados indicará o deslocamento máximo que o paciente poderá alcançar, nos eixos Médio-Lateral (ML) e Ântero-Posterior (AP). O paciente será instruído a realizar os deslocamentos mencionados por meio da estratégia de tornozelo (simulando como se fosse um pêndulo invertido na posição ereta), sem fazer uso de movimentos dos pés, além das estratégias de quadril e tronco. Os pacientes efetuarão os movimentos por no máximo três vezes antes do registro, a fim de que o próprio compreenda a prova (Barboza & Tavares, 2019).

Para avaliação das demais condições sensoriais, o paciente vai ser instruído a manter-se em posição semiestática, sem movimentos de membros superiores e inferiores, no tempo de 30 segundos em cada prova. O paciente receberá estímulo visual por meio de projeção da imagem na televisão, que pode provocar o reflexo oculomotor optocinético. Os registros das respostas posturais serão feitos pela plataforma de força em superfície fixa (que será a própria plataforma), e em superfície instável através de uma almofada feita de espuma de alta densidade, com 5 cm de altura (Barboza & Tavares, 2019).

A almofada deve ser posicionada sobre a plataforma e centralizada, e os pés do paciente na mesma posição das provas em superfície fixa. A utilização da almofada tem por finalidade avaliar o paciente, e analisar se o *feedback* proprioceptivo está reduzido. Ademais, essa atenuação das informações somatossensoriais, pode reelaborar eventos da vida diária, como por exemplo pisar em superfícies que tenham constituições e estabilidades diversas (Barboza e Tavares, 2019).

Os pacientes serão avaliados em sete condições sensoriais, ordenadas a abaixo (Quadro 1):

Quadro 1 – O quadro mostra a sequência das provas, tipo de estímulo visual e as superfícies em que o paciente estará em cada prova do protocolo de posturografia.

Provas de Posturografia do Sistema Horus®	Condições Sensoriais	
	Estímulo Visual	Superfície
Olhos Abertos em superfície Estável (C1-OAE)	Olhos Abertos	Estável
Olhos Fechados em superfície Estável (C2-OFE)	Olhos Fechados (Ausente)	Estável
Olhos Abertos em superfície Instável (C3-OAI)	Olhos Abertos	Instável - uso da espuma
Olhos Fechados na superfície Instável (C4-OFI)	Olhos Fechados (Ausente)	Instável - uso da espuma
Optocinético para Direita em superfície Instável (C5-ODI)	Barra Optocinética que se movimenta para a Direita	Instável - uso da espuma
Optocinético para Esquerda em superfície Instável (C6-OEI)	Barra Optocinética que se movimenta para a Esquerda	Instável - uso da espuma
Túnel optocinético com palavras em superfície Instável (C7-TI)	Túnel optocinético com palavras (para o paciente fazer a leitura)	Instável - uso da espuma

Fonte: Autores (2022).

O sistema vestibular é o único no qual não há perturbação das suas aferências sensoriais para controle postural nas condições C2-OFE, C3-OAI, C4-OFI (Quadro 1), no qual há remoção do sistema visual, e atenuação do somatossensorial. Em

pacientes com disfunções vestibulares isso resulta em instabilidade postural, pois para manter a postura é necessário a integração de inúmeras pistas sensoriais (Forbes et al., 2018; Robert, 2018).

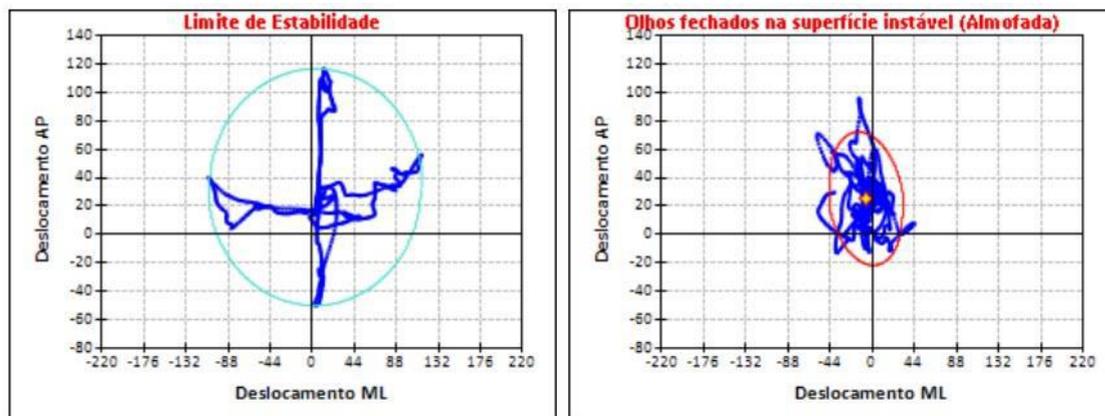
O comando verbal dado aos pacientes para iniciar o registro das provas em cada condição será “mantenha-se em silêncio, tranquilo e com o corpo parado”. Os pacientes serão autorizados a utilizarem lentes visuais corretivas.

Nos casos de incapacidade do paciente em manterem o equilíbrio corporal na postura ortostática durante as provas, em suas diferentes condições sensoriais, será determinada quando o paciente utilizar do movimento de membros superiores, pés, calcanhares ou a estratégia do passo, a fim de restabelecer seu equilíbrio. Caso o paciente não consiga restituir sua estabilidade mesmo fazendo uso das estratégias supracitadas, a prova da condição sensorial em questão será suspensa, e vai ser registrada como “queda”, de acordo com as instruções de utilização do *software*.

A avaliação posturográfica realizada por meio da plataforma computadorizada Horus®, inclui os seguintes parâmetros quantitativos: 1) Parâmetros Globais (Comprimento da trajetória (mm), Velocidade média total (mm/s), Massa corporal (kg), Área do LE (mm²), Elipse de confiança (mm²); 2) Equilíbrio funcional residual (Área da Elipse de Confiança (mm²) e Equilíbrio Funcional Residual das sete condições sensoriais; 3) Análise Sensorial (Função somatossensorial (%), Função visual (%), Função vestibular (%), Dependência Visual Direita, Esquerda e Túnel (%) e Índice de Equilíbrio Composto (%); e 4) Parâmetros de cada condição sensorial diferente avaliada: Elipse de confiança (mm), Elipse de confiança/LE (%), CP Médio-Lateral (mm), CP Ântero-Posterior (mm), Velocidade Média (mm/s), Velocidade Média AP (mm/s), Banda de Frequência Médio Lateral (Hz), Banda de Frequência Ântero-Posterior (Hz) (Barboza e Tavares, 2019). O relatório do exame apresenta esses valores do paciente avaliado e os valores normais (referência) para análise comparativa do avaliador e destaca na cor vermelha os parâmetros alterados.

No que se refere aos Parâmetros Globais temos o Comprimento da trajetória, que nos informa o comprimento total da trajetória do CP ao longo da prova, que é medido em milímetros, a Velocidade média total que é Comprimento da trajetória do CP através da base de suporte dividida pelo tempo de medição, dita em milímetros por segundo; a Massa corporal, que é a massa aproximada do paciente, informada em kg; a Área do LE trazida em milímetros quadrados e a Área de Elipse de Confiança (EC) 95%, que é a área que engloba 95% dos pontos do CP ao longo da prova, trazida em milímetros quadrados (Barboza e Tavares, 2019). O gráfico estatocinesigrama (Figura 2) apresenta o deslocamento que o CP do paciente durante a prova do LE e a C4-OFI, no qual observa-se que quando reduzido o *feedback* somatossensorial e visual o CP do paciente tende a oscilar mais. O exame se refere a uma paciente mulher com 45 anos, com quadro de hipofunção vestibular unilateral esquerda.

Figura 2 - Representação gráfica do deslocamento do Centro de Pressão (CP) referente ao Limite de Estabilidade (LE) do paciente e o deslocamento do CP do paciente quando submetido a condição sensorial 4 - Olhos Fechados na superfície Instável (C4 – OFI).

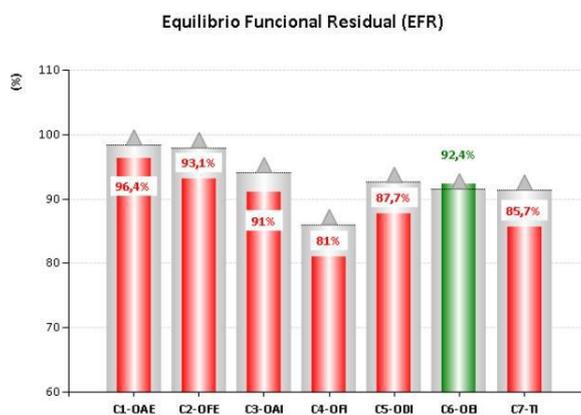


Fonte: Autores (2022).

Na Figura 2 podemos observar o limite da área de estabilidade do paciente, ou seja, a capacidade que o indivíduo tem de movimentar o CP o máximo com segurança nas direções ântero-posterior e látero-lateral sem alterar a BS (Cesaroni et al., 2021). Ainda na Figura 2, nota-se que o indivíduo tem maiores oscilações do CP quando precisa ficar com olhos fechados e sobre superfície instável, sendo assim o indivíduo apresenta falta de controle postural quando há indisponibilidade de pistas visuais, e alterações dos sinais somatossensoriais.

O Equilíbrio Funcional residual (EFR) é a relação entre a área do LE e a área da EC em cada prova, representa a estabilidade corporal do paciente em cada condição sensorial, e fornece uma medida quantificada da área que ainda disponível para oscilação com segurança do paciente. Quanto mais próximo o resultado do EFR estiver de 100% maior a estabilidade do paciente em determinada condição sensorial. Como podemos observar na figura 3 a paciente tem instabilidade postural em todas as provas, exceto na C6-OEI.

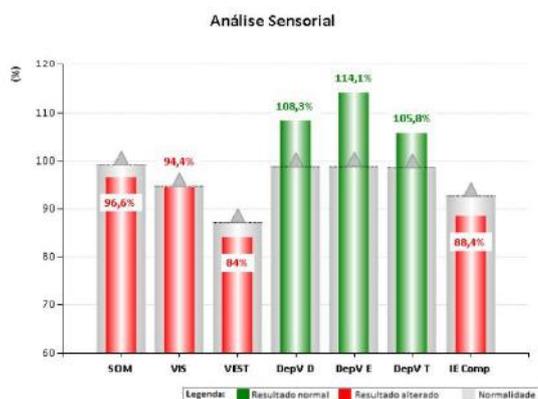
Figura 3 - Representação gráfica do Equilíbrio Funcional Residual (EFR) referente a todas as condições sensoriais. Observa-se que o paciente teve um desempenho abaixo do esperado em todas as condições sensoriais, exceto na condição sensorial 6 - Optocinético para Esquerda em superfície Instável (C6-OEI).



Fonte: Autores (2022).

A Análise Sensorial tem a finalidade de identificar como os principais sistemas sensoriais (sistema somatossensorial, visual e vestibular) ajudam no equilíbrio postural do paciente avaliado. É emitido gráfico em barras da Análise Sensorial, como apresentado abaixo (Figura 4).

Figura 4 - Representação gráfica da Análise Sensorial dos sistemas sensoriais. Observa-se que os sistemas somatossensorial, visual e vestibular estão fora do padrão de referência adotado pelo *software*.



Fonte: Autores (2022).

Os parâmetros de cada condição sensorial diferente avaliadas são a EC (mm), ela é medida em mm² abrange pelo menos 95% dos pontos de medição no decorrer da realização da prova e o centro dela é indicado por um ponto de cor laranja. A EC/LE é o resultado percentual da divisão entre a área da EC da prova que está sendo realizada e a área da elipse do LE. CP Médio-Lateral (mm), CP Ântero-Posterior (mm), Velocidade Média (mm/s), Velocidade Média AP (mm/s), Banda de Frequência Médio Lateral (Hz), Banda de Frequência Ântero-Posterior (Hz) (Barboza & Tavares, 2019).

O *software* Horus[®] faz a captura de evolução do CP realizado pelo paciente sobre a plataforma em cada prova, essa captura é feita por meio dos seus quatro sensores de força, possibilitando a comparação com padrões de normalidade. A evolução do CP relacionada ao deslocamento médio-lateral e ântero-posterior é dada pelo gráfico estabilograma, e o gráfico estatocinesigrama mapeia o deslocamento médio-lateral e ântero-posterior do paciente. A velocidade média é retirada dos estabilogramas dada em mm/s, e indica a velocidade média do CP (Barboza & Tavares, 2019).

A realização do exame de posturografia só é possível em pacientes que tenham capacidade de compreender os comandos verbais dados pelos avaliadores, uma boa acuidade visual, e àqueles que consigam manter-se em posição ortostática de forma independente.

3. Conclusão

A literatura sobre a posturografia com o *software* Horus[®] nesta população ainda é escassa. A posturografia computadorizada com estimulação visual através do *software* Horus[®] é um exame que pode ser feito junto à avaliação clínica e cinético-funcional, para avaliar indivíduos com disfunções do equilíbrio corporal de origem vestibular. Este exame nos permite ter acesso à dados quantitativos da avaliação do equilíbrio corporal, e a partir destes resultados podemos direcionar intervenções fisioterapêuticas com objetivo de traçar estratégias de coordenação motora e controle postural.

Referências

- Allsopp, T. J., & Dornhoffer, J. L. (2019). Dynamic Posturography. In *Diagnosis and Treatment of Vestibular Disorders*. Springer, Cham, 99-105.
- Balaguer García R, Pitarch Corresa S, Baydal Bertomeu J. M, & Morales Suárez-Varela M. M (2012). Static posturography with dynamic tests. Usefulness of biomechanical parameters in assessing vestibular patients. *Acta Otorrinolaringol Esp.*, 63(5):332-8.
- Barboza J. R., & Tavares M. C. (2019). Manual do Usuário - Horus: sistema para posturografia e reabilitação postural. 6. ed. Pelotas - Rs: Contronic Sistemas Automáticos Ltda., 122.
- Brandão G. S, Oliveira L. V. F, Brandão G. S, Silva A. S, Sampaio A. A. C, Urbano J. J, Soares A., Santos Faria N. Jr, Pasqualotto L. T., Oliveira E. F., Oliveira R. F., Pires-Oliveira D. A. A, & Camelier A A. (2018). Effect of a home-based exercise program on functional mobility and quality of life in elderly people: protocol of a single-blind, randomized controlled trial. *Trials*, 19(1):684.
- Cesaroni, S. et al. (2021). Postural control at posturography with virtual reality in the intercritical period of vestibular migraine. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 87 (1):35-41.
- Coto J, Alvarez C. L, Cejas I, Colbert B. M, Levin B. E, Huppert J, Rundek T, Balaban C, Blanton S. H, Lee D. J, Loewenstein D, Hoffer M, & Liu X. Z. (2021). Peripheral vestibular system: Age-related vestibular loss and associated deficits. *J Otol.*, 16(4):258-265.
- Cuevas-Trisan R. (2017). Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Phys Med Rehabil Clin N Am.*, 28(4):727-737.
- Duarte M, & Freitas S. M. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Braz J Phys Ther.*, 14(3):183-92.
- Ferreira, E. C. M. F., et al. (2020). Proposal of standardization of Horus® computerized posturography in adults. *CoDAS*, 32(6):e20190118.
- Forbes P. A, Chen A., & Blouin J. S. (2018). Sensorimotor control of standing balance. *Handb Clin Neurol.*, 159:61-83.
- Gazzola J. M, Caovilla H. H, Doná F, Ganança M. M, & Ganança F. F. (2020). A quantitative analysis of postural control in elderly patients with vestibular disorders using visual stimulation by virtual reality. *Braz J Otorhinolaryngol.*, 86(5):593-601.
- Howcroft J, Lemaire E. D, Kofman J, & McIlroy W. E. (2017). Elderly fall risk prediction using static posturography. *PLoS One.*, 12(2):e0172398.
- Huang Y, Mao H, & Chen Y. (2022). Regeneration of Hair Cells in the Human Vestibular System. *Front Mol Neurosci.*, 24:15:854635.
- Lambert V, Boylan P, Boran L, Hicks P, Kirubakaran R, Devane D, & Matthews A. (2020). Virtual reality distraction for acute pain in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 22;10(10):CD010686.
- Menant J. C, Meinrath D, Sturmieks D. L, Hicks C, Lo J, Ratanapongleka M, Turner J, Migliaccio A. A, Delbaere K, Titov N, Close J. C. T, & Lord S. R. (2020). Identifying Key Risk Factors for Dizziness Handicap in Middle-Aged and Older People. *J Am Med Dir Assoc.*, (3):344-350.e2.
- Nishino, L. K., et al. (2021). Protocolo para posturografia estática com provas dinâmicas em indivíduos sem queixas vestibulares utilizando o sistema Horus. *CoDAS*, 33(3):e20190270.
- Perracini, M. R., & Fló, C. M. *Funcionalidade e envelhecimento* (2019). (2a ed.), Guanabara Koogan.
- Peterka R. J. (2018). Sensory integration for human balance control. *Handb Clin Neurol.*, 159:27-42.
- Rosiak O, Puzio A, Kaminska D, Zwolinski G, & Jozefowicz-Korczynska M. (2022). Realidade virtual — um suplemento à posturografia ou uma nova ferramenta de avaliação do equilíbrio? *Sensores*, 22(20):7904.
- Siddiqi F. A., & Masood T (2018). Training on Biodex balance system improves balance and mobility in the elderly. *J Pak Med Assoc.*, 68(11):1655-1659.
- Tossavainen, T., Toppila, E., Pyykko, I., Forsman, P. M., Juhola, M., & Starck, J. (2006). Virtual Reality in Posturography. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 10(2):282–292.
- Wagner A. R, Akinsola O, Chaudhari A M. W, Bigelow K. E, & Merfeld D. M. (2021). Measuring Vestibular Contributions to Age-Related Balance Impairment: A Review. *Front Neurol.*, 9:12:635305.
- Wittstein M, Crider A, Mastrocola S, & Guereña Gonzalez M. (2020). Use of Virtual Reality to Assess Dynamic Posturography and Sensory Organization: Instrument Validation Study. *JMIR Serious Games*, 8(4): e19580.