



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Ciências da Saúde

O papel do sistema visual no equilíbrio e estabilidade postural

Marisa Carrasqueira Aquino

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Optometria em Ciências da Visão

(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutora Amélia Maria Monteiro Fernandes Nunes

Covilhã, outubro de 2018

Dedicatória

Aos que sempre duvidaram e nunca acreditaram...

Aos que preferiam criticar em vez de dar valor...

Dedico-o a vós, pois aos que estarão do meu lado eu só preciso de agradecer.

Citando o ilustre Mahatma Gandhi:

“First they ignore you,

then they laugh at you,

then they fight you,

then you win.”

Agradecimentos

Primeiramente, queria agradecer à minha orientadora Professora Doutora Amélia Nunes por “embarcar” nesta aventura e por nunca desistir ou duvidar de que conseguiria levar com a minha ideia em frente.

Posteriormente, queria agradecer ao Doutor Orlando Alves da Silva e à Doutora Margarida Dolan pela simpatia e hospitalidade com que me receberam. Ao Doutor Alves da Silva por me deixar acompanhar durante alguns casos clínicos para que pudesse obter melhor compreensão sobre a minha pesquisa e por todas as dúvidas a que se dispôs prontamente a esclarecer. Agradeço imenso, foi fundamental ouvir as suas palavras. À Doutora Margarida Dolan agradeço todo o carinho e apoio que me deu, pelos dias de paciência que teve para esclarecer e falar sobre assuntos de “trabalho” enquanto estava em plenas férias e principalmente pelas imagens pessoais prontamente cedidas. Agradeço a vossa “injeção” de motivação que me possibilitou reformular e melhorar o conteúdo apresentado nesta revisão bibliográfica.

Não menos importante, queria agradecer aos meus amigos. Aos amigos que sempre me puxavam o ânimo e nunca deixou que deixasse de fazer o que realmente queria. Aos meus amigos agradeço pela paciência para responder às minhas questões e perder tempo precioso para me ajudar.

Por último, queria agradecer à minha família. Não é preciso justificar o quanto isto é para eles. Aos meus primos agradeço por tudo o que fizeram por mim, nas mais diversas dúvidas, nas mais diversas horas e sempre dispostos a dar motivação a cada dia que passava. Aos meus tios pela disponibilidade prontamente apresentada. Aos meus pais pelo esforço que fizeram para que pudesse ser quem sou, sem nunca me negar qualquer pedido.

Para estes e para os restantes que não mencionei aqui, a minha gratidão.

Resumo

Postura e desequilíbrio: o problema é silencioso e induzido através de simples tarefas que a maioria populacional faz todos os dias. Entre visão e postura existe uma grande ligação, notando-se uma alteração postural diante fatores simples como a distância de observação, idade, relação entre olhos abertos/fechados, entre outros. Contudo, no nosso dia-a-dia, estas anomalias posturais perante fatores visuais não são uma causa, mas sim uma consequência dessa lacuna.

Para compensar esse déficit postural, haverá maior dependência de outros sistemas. Quando algum parâmetro do sistema visual está em déficit, expõe o desequilíbrio anteriormente presente (ocultado com a compensação de outros sistemas). Assim, deparamo-nos com um dilema global do nosso corpo, que tem como auge a propriocepção.

A propriocepção é um componente somatosensorial que fornece informações sobre a orientação e movimento dos diferentes segmentos corporais e musculares. Por outras palavras, a informação visual é usada para codificar a posição de um alvo em relação à mão, enquanto que a informação propriocetiva codifica a posição da mão em relação ao nosso egocentro.

Os sinais propriocetivos vindos das articulações, músculos, tendões e pele são essenciais para o controlo neuronal do movimento e tónus muscular. Estes sinais desencadeiam correções de equilíbrio dependendo do movimento corporal perante uma perturbação.

A síndrome de disfunção propriocetiva (SDP) caracteriza-se por um afastamento da biomecânica ideal e alteração do equilíbrio tónico postural. É causada por um condicionamento do tipo de vida, maturação fisiológica e psicológica, que posteriormente altera o esquema corporal e causa um déficit de informação propriocetiva.

Palavras-chave

Postura; Equilíbrio; Sistema Visual; Propriocepção

Abstract

Posture and imbalance: the problem is quiet and induced through simple tasks that most people do every day. Between vision and posture exist a great connection, noting a postural alteration in the face of simple factors such as distance of observation, age, relationship between open/closed eyes, among others. However, in our day-to-day, these visual posture anomalies are not a cause, but a consequence of this gap.

To compensate for this postural deficit, there will be more dependence on other systems. When some parameter of the visual system is in deficit, it exposes the imbalance previously present (hidden with the compensation of other systems). Thus, we are confronted with a global dilemma of our body, which has at its peak proprioception.

Proprioception is a somatosensory component that provides information about the orientation and movement of different body and muscle segments. In other words, visual information is used to encode the position of a target relative to the hand, while the proprioceptive information encodes the position of the hand relative to our egocenter.

Proprioceptive signals from joints, muscles, tendons, and skin are essential for the neuronal control of muscle tone and movement. These signals trigger balance corrections depending on body movement in the face of a disturbance.

The proprioception dysfunction syndrome (PDS) is characterized by a departure from the ideal biomechanics and alteration of the postural tonic balance. It is caused by a conditioning of the type of life, physiological and psychological maturation, which subsequently changes the body schema and causes a lack of proprioceptive information.

Keywords

Posture; Balance; Visual System; Proprioception

Índice

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos	v
Resumo	vii
Palavras-chave	vii
Abstract.....	ix
Keywords	ix
Lista de Figuras.....	xv
Lista de Tabelas.....	xv
Lista de Acrónimos.....	xv
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento do tema	1
1.2 Bases Racionais	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Organização do trabalho	3
2 Metodologia de trabalho	5
3 Conceitos gerais	7
3.1 Contexto histórico.....	7
3.2 Controlo da Postura	8
3.3 Postura	9
3.4 Equilíbrio	10
3.5 Quedas e medo de cair	11
3.6 Avaliação postural clássica.....	12
4 Sistema tónico postural	13
4.1 Sistema motor.....	14
4.2 Sistema podal	14
4.3 Sistema visual	15
4.4 Sistema vestibular	16
4.5 Sistema estomatognático.....	17
4.6 Sistema nervoso central	17

4.7	Sistema Propriocetivo	18
5	Relevância dos fatores visuais no equilíbrio e postura	21
5.1	Fatores extrínsecos	21
5.1.1	Ambiente visual.....	21
5.1.2	Paralaxe	22
5.1.3	Fluxo ótico.....	23
5.1.4	Auto-movimento	24
5.1.5	Distância	25
5.2	Fatores intrínsecos	25
5.2.1	Idade.....	25
5.2.2	Componentes extraoculares e oculares	27
5.2.3	Analogias oculares.....	33
5.2.4	Perda visual	35
6	Síndromes e Sintomas relacionados com a má postura/desequilíbrio	37
6.1	Dislexia	37
6.2	Stargardt	38
6.3	Desconforto espacial e de movimento (SMD)	39
6.4	Enjoo.....	40
6.5	Ansiedade	40
7	SDP (Síndrome de Deficiência Postural/Síndrome de Disfunção Propriocetiva)	43
7.1	Conceito de SDP	43
7.2	Sinais e sintomas	44
7.3	Qualificação da SDP	44
7.4	Diagnóstico	45
7.4.1	Teste de Convergência	45
7.4.2	Exame do Suporte plantar e assimetrias posturais	46
7.4.3	Percepção da localização do pé	46
7.4.4	Teste olho - mão.....	47
7.4.5	Avaliação da assimetria de rotação da cabeça no plano horizontal	47
7.4.6	Avaliação da assimetria da extensão sagital da cabeça	49
7.4.7	Pesquisa de pseudo-escotomas direcionais no sinoptoforo	49

7.5	Tratamento para a SDP	50
8	Discussão e Conclusão	51
8.1	Discussão	51
8.2	Conclusões e recomendações.....	53
8.3	Considerações finais	53
	Bibliografia.....	55
	Anexos	61
	Anexo I - Comprovativo de realização de comunicação oral	61

Lista de Figuras

Figura 1.4.1: Total de artigos extraídos dos motores de busca, posteriormente analisados e apresentados ao longo da pesquisa.	6
Figura 7.4.1: Avaliação da colocação dos pés numa postura estática e ereta.	46
Figura 7.4.2: Avaliação do teste olho - mão.	47
Figura 8.4.4: Comparação da rotação bilateral da cabeça.	48
Figura 8.4.3: Comportamento de análise do observador.	48
Figura 8.4.5: Teste de extensão da cabeça.	49
Figura 8.4.6: Possíveis imagens representadas num sinoptoforo.	50

Lista de Tabelas

Tabela 1.2.1: n° de artigos encontrados, segundo a combinação de duas palavras chave, para os motores de busca selecionados.	6
--	---

Lista de Acrónimos

CM - Centro de Massa

MEO - Músculos Extra-Oculares

ML - Médio-Lateral

NC - Nistagmo Congénito

SDP - Síndrome de Deficiência Postural / Síndrome de Disfunção Propriocetiva

SMD - Desconforto Espacial e de Movimento (Space and Motion Discomfort)

SNC - Sistema Nervoso Central

STP - Sistema Tónico Postural

1 Introdução

1.1 Enquadramento do tema

A presença de erros posturais atinge um grande número da população geral. O problema é silencioso e induzido por tarefas rotineiras que a maioria populacional faz todos os dias. Algo simples como passar a ferro ou lavar a loiça com a tábua/bancada a uma altura inadequada destabiliza a nossa postura, podendo levar mesmo a dores na coluna. Este problema não é (de todo) recente, contudo, com o avanço tecnológico, é muito fácil adotar uma postura inadequada e com isso contrair uma série de outros sintomas. Exemplo disso é a maneira pouco ergonómica com que a maioria das pessoas se senta numa secretária, juntando a isso o pouco cuidado na adoção de posturas adequadas durante a utilização do computador; outro exemplo é a utilização do portátil na cama; um último exemplo de um erro comum é a maneira frouxa com que nos sentamos no sofá que, apesar de ser muito relaxante no início, pode levar a dores na coluna.

Inconscientemente, a atenção para ter um nível ajustado dos ombros, cotovelos, quadril, passa despercebido á maioria das pessoas com o decorrer dos minutos ou horas. Existe uma tendência para realizar um trabalho quando nos sentimos relaxados, sem a preocupação de termos que ter uma boa postura. Apesar de estudos na área da ergonomia sensibilizarem para este problema, constata-se que é complicado combater horas e horas de uma postura incorreta em diversas tarefas durante o dia.

Como falado anteriormente, a ênfase dada aos problemas posturais está fortemente associada às soluções de tratamento existentes, complementando casos que não conseguem ter correção com o acompanhamento de um fisioterapeuta, com a simples atenção ao efetuar certos movimentos ou na realização de vários trabalhos, devidamente orientados. Está cada vez mais disseminado o recurso a tratamentos ortopédicos e odontológicos para a correção postural. Embora estes tratamentos estejam em voga, a sua eficiência em termos científicos é discutível, contudo do ponto de vista empírico, os resultados obtidos aliados á satisfação das pessoas que dele usufruem, leva a que se verifique cada vez mais uma maior adesão da população, a estes recursos.

Em remate ao que foi acima abordado, se grande percentagem de informação processada pelo cérebro é relacionada com a visão, não é quase natural levantar a questão da possível relação entre visão e postura?

1.2 Bases Racionais

Como é sabido, uma má postura poderá induzir inúmeros sintomas a longo prazo. O desconhecimento da relação entre a síndrome de deficiência postural e a sintomatologia apresentada leva a que inúmeros pacientes sejam medicados para causas que não são as mais corretas, permanecendo com as mesmas queixas e sem melhorias. Com o alívio momentâneo, devido ao uso de vários fármacos, estes pacientes tornam-se dependentes de medicamentos e acham que os seus sintomas não têm causas concretas.

Aprofundando o conhecimento sobre a relação entre visão e postura, poderá haver um melhor conhecimento desta temática. Este conhecimento clarificado ajudará os profissionais a evitar diagnósticos e tratamentos erróneos, levando ao aumento do bem-estar pessoal, prevenindo a farmacodependência.

Por outro lado, a falta de evidência científica atribuída à eficácia das terapêuticas paralelas, ditam a necessidade de se efetuar uma revisão extensa da literatura a fim de se definir o que teoricamente pode ser aceite e o que necessita de mais exploração.

1.3 Objetivos

Esta revisão bibliográfica tem como objetivos: abordar a cumplicidade entre visão e desequilíbrio segundo diversos conceitos teóricos e verificar que trabalhos experimentais anteriormente efetuados fundamentam estas relações; compilar informações e conhecimentos sobre a influência do sistema visual no controlo postural e algumas patologias associadas; por último, este trabalho tem também como objetivo explorar as principais causas de uma má postura, possíveis diagnósticos e tratamentos de retificação, que são habitualmente usados na rotina clínica.

1.4 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

Começa com uma breve introdução sobre a temática, descrevendo as bases racionais para o estudo e descrevendo os objetivos propostos.

Apresenta-se de seguida a metodologia definida para estruturar a revisão bibliográfica á qual se segue um capítulo com definições gerais relacionados ao tema, abordando diversos componentes como postura, equilíbrio e quedas.

Seguidamente, é feita uma análise da relevância de diferentes fatores visuais e da sua relação com o equilíbrio. Segue-se a apresentação de diversos síndromes e sintomas que são influenciados pelo desequilíbrio e má postura. Após uma análise geral, é debatida a origem de uma descompensação postural e desequilíbrio, destacando a síndrome relacionada a esta questão.

Termina-se com uma análise crítica sobre a pesquisa efetuada, realçando os aspetos positivos e negativos, apontando novas metas a seguir e outros conceitos teóricos que possam complementar este trabalho.

O papel do sistema visual no equilíbrio e estabilidade postural

2 Metodologia de trabalho

Esta revisão bibliográfica teve como suporte vários artigos científicos publicados em múltiplas revistas, baseada em pesquisas executadas em bases de dados e revistas nacionais e internacionais, tais como: PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed), biblioteca do conhecimento online (www.b-on.pt), Medline (www.medlineplus.gov), Medscape (www.medscape.com), Web of Science (www.webofknowledge.com), Scopus (www.scopus.com), ScienceDirect (www.sciencedirect.com), PLOS (www.journals.plos.org), SAGE (www.journals.sagepub.com) e ARVO (www.arvojournals.org). O motor de busca Google académico (www.scholar.google.pt) serviu como complemento para alguma pesquisa adicional em especial a que recorreu a livros.

Para os principais motores de busca selecionados, foram pesquisadas ou utilizadas várias combinações entre as seguintes palavras chave: proprioception, oculomotricity, gait, posture, balance, visual system, prisms, active prism, postural prism. Estas palavras chave foram usadas individualmente ou combinadas duas a duas, com recurso a operadores booleanos.

Tabela 1.4.1: nº de artigos encontrados, segundo a combinação de duas palavras chave, para os motores de busca selecionados.

		Motores de busca				
		Pubmed	b-on	Web of Science	Scopus	Science Direct
Palavras chave pesquisadas	Vision & Posture	39	48	39	54	46
	Vision & Gait	26	77	27	41	19
	Vision & Balance	52	115	57	57	27
	Vision & Proprioception	49	88	48	52	15
	Postural Prism	14	10	8	8	2
	Active Prism	29	19	18	45	7
	Prism & Posture	3	3	5	5	1
	Prism & Gait	1	4	3	4	1
	Prism & Vision	17	23	16	25	5
	Prism & Balance	1	8	7	7	2
Total		231	395	228	298	125

Nas diferentes bases de dados de revistas académicas, foram utilizadas pesquisas com agrupamentos de 2 palavras-chave (como se pode observar na tabela 1.2.1). Para diminuir o tamanho do número de resultados após pesquisa, a procura foi restringida para apresentar as palavras em procura apenas no título de cada resultado. Para uma maior facilidade de tradução e compreensão do conteúdo em estudo, foi escolhida maioritariamente a língua inglesa.

Obteve-se-se um total de 1277 de artigos nesta pesquisa global, foram excluídos artigos repetidos e desenquadrados do tema, bem como artigos cujo resumo não seja ajustava ao assunto em pesquisa. Assim, de uma amostra inicial de 1277 artigos, foram extraídos 279 artigos para análise, tal como ilustra a figura 1.2.1. Após análise mais pormenorizada destes artigos, ainda se efetuou a exclusão de outros artigos por apresentarem discrepância ou desajuste aos objetivos do presente trabalho. No total, a revisão aqui apresentada, assentou na análise de 73 artigos e 1 site da internet (para consolidar melhor alguns conceitos).

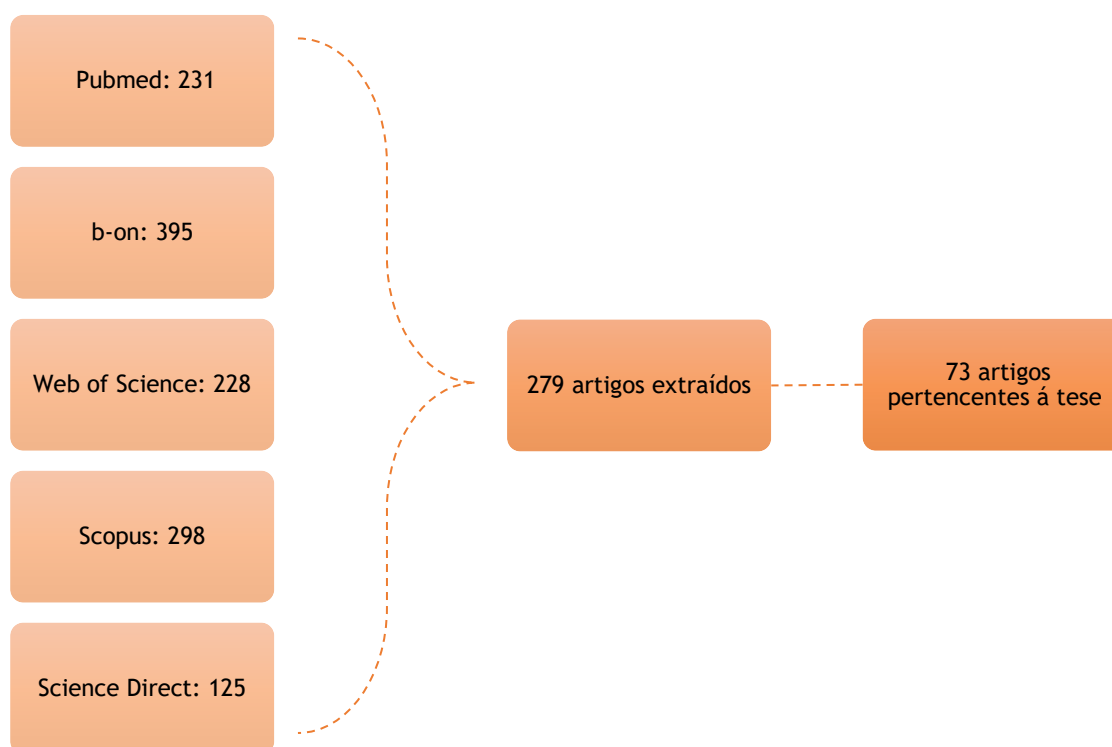


Figura 1.4.1: total de artigos extraídos dos motores de busca, posteriormente analisados e apresentados ao longo da pesquisa.

3 Conceitos gerais

3.1 Contexto histórico

Para o estudar melhor o conceito de postura e equilíbrio é importante ter uma noção superficial de proprioção e toda a sua envolvente.

Sherrington, no início do século XX, defendeu a importância dos detetores da posição espacial, que agem em conjunto com parte do sistema propriocetivo regido pelo cerebelo. Sherrington vê os recetores de distância como essenciais para o sucesso do organismo para a sobrevivência em seu ambiente. Além de que atribuiu a sensação de posição unicamente á proprioção. (1)

Baron em 1955, modificou cirurgicamente o comprimento de um determinado músculo extraocular (de peixes) e observou diversos comportamentos: em alguns peixes não se observava qualquer mudança comportamental, outros peixes estava completamente não conseguiam nadar em frente, assumindo rotas em estilo carrossel. Com maior atenção, Baron constatou que, para a intervenção produzir um desequilíbrio oculomotor mínimo, o corte feito teria de ser inferior a 4° de desvio ocular. Para esses valores o animal apresentava hipertonia paravertebral, caso contrário, não se registavam mudanças. Em modo breve, Baron averiguou que os principais efeitos foram desequilíbrios oculomotores com cortes a menos de quatro graus. (2,3)

Visualmente, *Buisseret et all* (1983), declararam que, para o ajuste da correspondência binocular, é preciso não só de congruência das respostas retinianas, mas também de informação sobre os alinhamento e movimentos oculares. Portanto, o feedback propriocetivo dos músculos extra-oculares desempenha um papel importante no córtex estriado. Incorporando este conceito teórico, *Buisseret et all* observou que, em gatinhos privados por visão monocular ou estrábicos, uma fração substancial das células do córtex estriado respondeu apenas à luz e não desenvolveu com normalidade seletividade de orientação. Isto indica que o desenvolvimento propriedades de orientação requer sinais propriocetivos de músculos extra-oculares, além de afirmar que a atividade propriocetiva transmitida pelo ramo oftálmico do nervo trigémeo é indispensável para modificações dependentes da visão no córtex visual em desenvolvimento. (2,4)

Posteriormente, *Roll et all*(1986), afirmaram que o efeito da vibração nos tendões musculares provoca a sensação consciente de movimento. Ou seja, a sensação de movimento aparente provocado pela vibração muscular, se fosse um movimento real, resultaria no alongamento do músculo cujo tendão é vibrado. (5)

Em músculos distais, *Roll et all* (1989), provou experimentalmente que é possível, na ausência de qualquer movimento real, induzir ilusões cinestésicas e respostas motoras quando vibrações mecânicas são aplicadas ao tendão de um músculo distal (o que igualmente acontecia em músculos próximos). Estes movimentos ilusórios ou respostas motoras podem estender-se a todo o corpo quando as vibrações são aplicadas aos músculos envolvidos na postura postural. Por exemplo, a vibração do tendão de Aquiles ou dos músculos tibiais anteriores dá origem a uma sensação de movimento do corpo para frente ou para trás, respetivamente. (2)

Experimentalmente, *Roll et all* demonstrou que a propriocepção extra-ocular pode desempenhar um papel importante na organização postural de corpo inteiro e que a direção do olhar (a posição dos olhos no espaço) também pode ser codificada com base nos sinais proprioceptivos. Isso é concordante com a teoria de Gagey (1973) que verificou que no ser humano, a atividade tónica dos músculos das pernas pode ser modificada pelo deslocamento direcional dos globos oculares. (2)

Após ser estabelecido que a sensibilidade muscular, contribui para a codificação consciente de posições e movimentos (no estudo anterior), foi demonstrado pela primeira vez por Roll (1995) que a vibração mecânica aplicada aos músculos do braço (sem informação visual disponível), induziu a sensação ilusória de que o antebraço imóvel estava em movimento. Com a frequência de vibração do tendão é possível obter um meio seletivo quantitativo de ativar o sistema proprioceptivo do músculo (no caso de movimentos simples e de articulação única). (6,7)

Essendo esta ideia, Lackner e Levine (1978) relataram que, na escuridão, uma pequena luz fixa era interpretada como se estivesse em movimento quando a era aplicada vibração muscular em bíceps ou tríceps do braço, sem que houvesse qualquer movimento real do braço ou da luz.(2)

3.2 Controlo da Postura

A adoção de uma postura bípede constitui um desafio para os seres humanos, uma vez que envolve questões como equilíbrio, controlo motor e adaptações inerentes ao estado de constante movimento.(8)

No nosso quotidiano, normalmente são precisos recursos atencionais para controlar a postura, estando divididos para executar outras tarefas simultaneamente (conversar, ouvir, pensar, etc.). Assim, diariamente executamos tarefas que exigem diferentes complexos processamentos de informação do nosso corpo. Um exemplo da complexidade da compreensão de informações verificadas é descobrir e/ou localizar a posição nossa mão em relação ao nosso corpo, uma tarefa que é bem mais fácil de realizar quando há feedback visual do membro em

movimento ou da posição inicial do mesmo. Ter a percepção do nosso corpo pode requerer a utilização de diferentes fontes de informação sensorial. (9-11) Outro exemplo é quando caminhamos ou estamos de pé. A detecção de mudanças que acompanham o movimento do corpo e/ou do ambiente que nos rodeia é essencial para controlar o equilíbrio corporal e a locomoção. (12) Durante a nossa locomoção, existem várias mudanças no nosso corpo, codificadas sob a forma de informações sensoriais que são compreendidas, analisadas e processadas para posterior resposta. Estas informações são provenientes de diversas fontes, nominados recetores aferentes (tendo como um constituinte a informação visual fornecida). (12)

3.3 Postura

A postura refere-se à posição do corpo total ou parcial que, quando é tomada de maneira inadequada, pode levar à dor e à alteração funcional de vários sistemas, em especial o músculo esquelético. Boa postura é o estado de equilíbrio músculo-esquelético que protege as estruturas de sustentação do corpo, controlando a posição do corpo no espaço para fins de equilíbrio (capacidade de manter ou retornar o centro de gravidade do corpo dentro dos limites de estabilidade, determinados pela base de suporte) e orientação espacial (capacidade de manter a orientação do corpo em relação ao ambiente circundante, em condições estáticas e dinâmicas), prevenindo eventuais quedas. A representação do corpo no espaço pode ser baseada em informações proprioceptivas musculares, que informam continuamente o sistema nervoso central sobre a posição de cada parte do corpo em relação às outras. A conservação do equilíbrio envolve o controlo da postura para a prevenção da queda, com a realização ou restauração do centro de massa do corpo em relação aos limites de estabilidade que são dados pela base de suporte (a área dos pés). (8,13-15)

A manutenção e controlo postural requer a inclusão e processamento de distintas entradas de recetores aferentes, que podem ser mais ou menos específicos, consoante a tarefa em execução; ou até podem incrementar e complementar alguma debilidade de um componente do sistema sensorial. Por exemplo, a função visual é incrementada quando há uma anomalia/alteração somatossensorial/ vestibular. (10,12,13,16,17).

Cada modalidade sensorial tem uma contribuição única para controlar a postura, sendo apoiadas também pela informação enviada pelos recetores distribuídos por todo o corpo. (13) Os recetores aferentes são maioritariamente constituídos por entradas sensoriais visuais, vestibulares, cutâneas, articulares e proprioceptivas musculares. (8,12,16,18-22) As pistas vestibulares (que detetam acelerações/movimentos da cabeça) e visuais (que influenciam as reações estabilizadoras posteriores às correções iniciais de equilíbrio) são uma parte

proeminente para a nossa postura. Em parte, isso é devido à sua localização na cabeça, onde podem mover-se independentemente do tronco, ao contrário das restantes. Portanto, as informações vestibulares requerem a integração da posição da cabeça no tronco e, especificamente para as informações visuais, a integração da posição do olho na cabeça. (12,13,16)

Para orientar o corpo, mantendo o equilíbrio, as modalidades visual, vestibular e somatossensorial estão envolvidas. Embora, qualquer parte da superfície do corpo possa influenciar o controlo e percepção da orientação do corpo, a representação do corpo pode ser amplamente baseada em entradas proprioceptivas musculares que informam continuamente o sistema nervoso central sobre a posição de cada parte do corpo em relação a outras. Os padrões de inervação muscular necessários para produzir movimentos relativos do corpo dependem da orientação do corpo em relação ao centro de gravidade. Para equilibrar essa relação, existem forças de contato de suporte na superfície do corpo. Os órgãos otólitos (situados nos ouvidos) fornecem informações sobre a orientação da cabeça, sendo usados para controlar o equilíbrio. (13,17,23)

Então, a conservação do equilíbrio é um requisito essencial para o desempenho de tarefas diárias e diversas atividades. (24) A eficiência da nossa postura está na integração simultânea das diferentes informações sensoriais usadas pelo nosso sistema nervoso central. (9,25) O sistema nervoso central realiza transformações coordenadas apropriadas das pistas informativas dadas e gera permanentemente a resposta muscular adaptada através da ação de um sistema de controlo de feedback. (18)

3.4 Equilíbrio

Equilíbrio é a capacidade de manter ou reaver o centro de gravidade do corpo dentro aos limites de estabilidade determinados pela base de apoio, podendo definir o controlo da posição do corpo e posterior controlo postural. A orientação espacial define a nossa capacidade natural de manter a orientação do corpo em relação ao ambiente circundante (em condições estáticas e/ou dinâmicas), que são integrados por sinais de sistemas sensoriais e controlados por ajustes de equilíbrio (que corrigem ou compensam o movimento anterior). (13,17,26)

Para avaliar a instabilidade ou dificuldade de locomoção, é essencial identificar os fatores que afetam o equilíbrio, bem como qualquer outra manifestação clínica que possa estar relacionada com o equilíbrio (controlo postural/motor, força muscular, limitações de movimento ou deficiência de algum dos sistemas sensoriais). (13,26,27)

A avaliação clínica deve incluir exame neurológico (importante para a detecção de distúrbios visuais e vestibulares, e avaliar o controlo postural dinâmico e estático e a marcha). Tanto questionários, como escalas padronizadas podem ser úteis para avaliar e acompanhar défices mais evidentes nas atividades da vida diária. Além da avaliação clínica, é registada a oscilação postural (por meio de uma placa de força) e analisada a marcha (medindo a força e movimento articular, pressões dos pés, entre outros). (13,26,27)

3.5 Quedas e medo de cair

A locomoção humana pode ser descrita como uma queda controlada, onde há um deslocamento do centro de gravidade para a frente em relação ao centro de pressão, sendo interrompido pela colocação da perna frontalmente. Queda é o deslocamento não intencional do corpo para um nível inferior à posição inicial com incapacidade de correção em tempo hábil, comprometendo a estabilidade postural do indivíduo. Entre outros fatores de risco, a ocorrência de quedas pode estar associada à fraqueza dos membros inferiores e uma acuidade visual menor que 6/12. (1,5,13,18)

As dificuldades de equilíbrio e marcha são a causa de queda mais frequente em todos os grupos etários. Quando uma queda ocorre em crianças e adultos jovens, é facilmente esquecida e não apresenta uma consequência importante na maioria dos casos. (8,13,21)

Em contrapartida, as quedas em idosos constituem uma importante causa de morbilidade. Por ser um acontecimento causador de diversas lesões, em casos de idosos pode ser considerado um fator fatídico. O acontecimento de queda, além de ser responsável por prolongados tempos de tratamento e de grandes gastos em saúde, podem acelerar o processo de dependência. (8,13)

Além do comprometimento sensório-motor, evitar e restringir certas atividades pode estar relacionado com medo de cair, o que resulta em perda de força (especialmente nas extremidades inferiores) e também pode ser um preditivo de quedas futuras. O medo de cair é um fator psicológico difícil de controlar e pode ter um impacto negativo no controlo postural. (8,13,29,30)

3.6 Avaliação postural clássica

A avaliação postural clássica é normalmente realizada por fisioterapeutas, que se baseiam, inicialmente, na observação e análise qualitativa das curvaturas da coluna vertebral (pelas assimetrias corporais no plano sagital e frontal). A avaliação postural por meio da imagem fotográfica regista a presença de assimetrias. Contudo, não há o uso de ferramenta que possam quantificar os desvios manifestos da coluna. Dessa forma, com o desenvolvimento da informática, as fotos obtidas analógica ou digitalmente têm sido utilizadas para avaliação postural quantitativa definida como fotogrametria ou bioestriometria. (27)

Nas avaliações clássicas, não é possível detetar pequenas alterações posturais, havendo grandes margens de erro ou discrepância de avaliação entre examinadores (pois é um processo subjetivo e cada avaliador têm diferentes padrões/parâmetros de examinação). Assim, fica saliente que o processo de avaliação computadorizado, aumenta a precisão e o rigor clínico dos testes. Porém, convém referir que o sistema informático não substitui a avaliação postural clássica. O sistema informático é regido sob diversos parâmetros concretos normalizados, não tendo muitas vezes sensibilidade adaptativa de caso para caso, podendo levar a falsos registos e, conseqüentemente, falsas avaliações. O examinador deve ter um papel ativo na avaliação postural dos indivíduos e, não excluindo de todo o uso de equipamentos informáticos, deve usá-los como uma ferramenta de acompanhamento e complemento aos testes efetuados. (27)

4 Sistema tônico postural

Somente 10% da população corresponde aos critérios de normalidade postural e ajuste sensorial ideal, o que pode proporcionar maior controle postural. Os outros 90%, incluindo idosos, apresentam alterações em pelo menos um dos seus componentes, causando desequilíbrios posturais. (8,26)

O controlo do Sistema Tônico Postural (STP) considera-se multimodal, pois possui mais de uma entrada aferente sensorial e é composto por captadores, o centro de processamento central e efetores. (8,31)

Os captadores são os recetores sensitivos localizados em órgãos sensoriais, que associam a endo e exterocepção, sendo considerados os captadores principais: os pés, olhos, ouvidos e boca. As informações exteroceptivas são importantes na regulação do STP, elas fornecem, ao centro de processamento central, dados da pressão corporal durante o equilíbrio estático. (8,26,31)

O centro de processamento central é composto por diversas áreas cerebrais que regulam a tonicidade das fibras tipo I (estabilizadoras) e músculos anti-gravitacionais, que são os efetores deste sistema. (8)

O envio de uma informação sensorial alterada pode provocar um desajuste biomecânico no captador em questão. Esta condição é naturalmente pior com o decorrer da idade, onde se denotam alterações fisiológicas que podem intensificar uma descompensação já existente do STP, favorecendo as eventuais quedas. (8)

Para evitar ou diminuir a frequência de quedas e desequilíbrios, a correção de captadores posturais pode ser executada por meio de exercícios de auto-reeducação ocular (exercícios de estimulação de convergência), colocação de palmilhas propriocetivas¹, entre outros. Estas correções devem ser realizadas em conjunto com outros exercícios terapêuticos e têm um período que pode durar meses, dependendo de cada caso e tendo como foco o resgate funcional total do paciente. (8)

¹ meio de terapia de correção corporal, cuja ação exteroceptiva no sistema podal reorganiza a tonicidade dos músculos plantares e algumas estruturas do sistema cutâneo podal. (8)

4.1 Sistema motor

O sistema motor é muito importante para mantermos uma boa postura e equilíbrio. O tônus muscular confere alguma rigidez, o que ajuda as articulações a manterem uma posição definida. A atividade muscular coordenada sob forma de movimentos voluntários de segmentos corporais e ajustam a nossa postura de diversas maneiras como adaptação ou antecipação à condição do movimento executado e influenciados pela instrução dada sobre a tarefa a ser executada. Quando estamos em pé, a força da gravidade é oposta por torques, compensando oscilações espontâneas geradas pelos sucessivos desvios corporais. (13)

A fraqueza muscular e a fadiga muscular devem ser consideradas, pois têm maior probabilidade de apresentarem comprometimento da eficácia do controlo postural (interferindo na posição do centro de massa, causando desequilíbrios) e até possíveis episódios de quedas. Quando são efetuadas tarefas fatigantes, efeitos de fadiga aguda podem diferir entre articulações (substancialmente evidente na região lombar, seguido do tornozelo) e a recuperação do controle postural. (13)

Assim, a aquisição de uma postura corporal adequada necessita de um sistema muscular (e proprioceptivo) equilibrado com ausência de forças contrárias anormais. (8)

4.2 Sistema podal

Quando se trata da posição ortostática, os pés são os primeiros a enviar informações sensoriais proprioceptivas originárias de diversas regiões como articulações, músculos e pele (principalmente os músculos da sola do pé e tornozelo). (8,13)

Sendo os pés os primeiros captadores sensoriais, são um importante componente do sistema de equilíbrio. As principais zonas de sustentação dos pés enviam mensagens aferentes cutâneas que podem ser suficientemente relevantes para uma indução de repostas posturais para adaptação postural. Como o pé é uma estrutura em contato com o solo, controla diversas variáveis como o equilíbrio, a absorção de impacto, o suporte de peso e auxilia o ajuste da postura na posição ereta. (13,26)

Indivíduos sem qualquer problema postural/equilíbrio, quando são sujeitos a perda de sensibilidade cutânea plantar, têm uma maior suscetibilidade e oscilação postural. (13)

Após estabilizar eventuais anomalias podais detetadas, haverá tanto uma melhoria da regulação postural em pé, como da habilidade perceptiva podal. Esta normalização pode ser executada seguindo um treino perceptivo subjetivo ou com o uso de palmilhas propriocetivas. (8,13)

As informações vindas dos recetores externos (exterorecetores) plantares, associadas às informações sensoriais dos recetores internos (endorecetores) visuais, resultando posteriormente no eixo denominado eixo visuo-podal (importante no controlo do movimento e postura). (8)

4.3 Sistema visual

Quando olhamos ao nosso redor, podemos explorar o seu conteúdo usando movimentos oculares. Ao explorar o meio que nos rodeia, encontramos um número infinito de detalhes como diferentes cores, texturas, formas de objetos, entre outros. (32)

O sistema visual extrai informações do meio ambiente (sob a forma de luz). Ao analisar e interpretar a informação obtida anteriormente, esta é transformada num código neural que resulta numa determinada perceção. O sinal neural que transporta informações visuais passa por um caminho complexo projetado dentro do sistema nervoso central, permitindo uma visão precisa do ambiente circundante. Esta informação, avaliada por um processo chamado perceção visual, influencia uma série de decisões e atividades. (11,33,34)

Esse processo e perceção visual envolve um sistema complexo de estruturas: informações cromáticas, de movimento, detalhe, forma e profundidade são codificadas no início do sistema visual, analisadas posteriormente ao longo de fluxos de processamento cortical e sintetizadas com outros sentidos. Cada estrutura é projetada para um propósito específico e a sua organização permite executar a função pretendida. (33,34)

O sistema visual, apesar de ter um processamento de informação rápido e eficiente, pode ter imprecisões estruturais (por exemplo: ilusões visuais). O tipo de representação dada a uma imagem pode ser vago, a fim de poder reconhecer novos objetos (digamos parecidos) mas que são estruturalmente um pouco diferentes. Devido a essa imprecisão representacional, o sistema visual erra fortuitamente. (32)

Doenças que afetem o sistema visual podem perturbar o processamento de imagem em qualquer estágio, levando a perceções limitadas ou erróneas. Ao compreender os mecanismos

subjacentes à percepção visual, o clínico é mais capaz de compreender os sintomas do paciente.(34)

A visão capta informação que influencia o posicionamento da cabeça e o equilíbrio muscular (o que mostra a importância do captador ocular no equilíbrio tónico de músculos responsáveis pela postura corporal). O sistema visual é um captador interno e externo, cedendo assim informações endo e exteroceptivas, respetivamente. Endoceção é atribuído à proprioceção sensorial interna que, no caso do sistema visual, tem a retina como o seu grande captador. Exteroceção é atribuído à proprioceção sensorial externa que, neste caso, são os músculos extra-oculares (MEO). (8,14)

Os MEO têm grande importância para a posturologia e uma pequena alteração muscular pode levar a anomalias/distúrbios em forias e vergências. As informações captadas pelos MEO, são integradas pelos respetivos pares cranianos e SNC constituindo a via oculocefalogíria, que serve como “ponte” entre os MEO e os músculos da cabeça, pescoço e ombros. Por outras palavras, um desequilíbrio tónico dos músculos extraoculares pode perturbar o equilíbrio dos músculos craniocervicais (integrados em parte da manutenção da estabilidade do olhar). (8,14)

4.4 Sistema vestibular

As entradas do sistema vestibular são usadas por outros sistemas e seguidamente são processados e incorporados em circuitos neuronais, funcionando como controlos motores e posturais. (35)

Em tarefas dinâmicas, o sistema vestibular contribui não só para a estabilização da cabeça (permitindo um melhor controlo do olhar para gerar posteriores respostas posturais, fornecendo informações sobre translação e rotação da cabeça bem como a sua posição espacial), mas também para a o controlo dos músculos das pernas e tronco, ajudando o controlo postural.(8,13,22,36)

Quando o corpo está numa posição ereta e estática, as informações vestibulares e visuais têm um papel importante na manutenção postural, situação em que outras fontes de informação são atenuadas. A perda de informação vestibular pode levar a uma descompensação postural ou até mesmo a síndromes. (8,13,22,35)

4.5 Sistema estomatognático

O sistema estomatognático tem vários constituintes com variadas funções. Assim, quando há um fator condicionante numa função do sistema, será repercutido no restante sistema. Uma parte da composição do sistema estomatognático é nominada oclusão. (26)

A oclusão é a relação do encaixe dos dentes e é, também ela, importante para o controlo do equilíbrio. Dependendo da classificação do tipo de oclusão (comparando os diferentes tipos de encaixe dos dentes), é estabelecido um tipo de oclusão, que tem diferentes sintomas posturais em parte devido ao desequilíbrio dos músculos mastigatórios (sintomas que podem-se representar com zumbidos, cefaleias, cervicalgias, entre outros). (26,37)

4.6 Sistema nervoso central

À medida que nos movemos sobre um ambiente em mudança, o sistema nervoso integra continuamente informações multissensoriais, com a necessidade de contínuas atualizações sobre a estimativa do centro de massa. (13)

Para manter o centro da massa corporal em equilíbrio, o sistema nervoso central realiza transformações coordenadas apropriadas das entradas sensoriais e gera permanentemente a resposta muscular adaptada através da ação de um sistema de controlo de feedback. Então, com base nesse mecanismo de feedback (em que o sistema nervoso é capaz de analisar os sinais aferentes disponíveis, em diferentes ambientes sensoriais, para otimizar/controlar o equilíbrio), os sinais visuais podem melhorar a estabilidade postural. Quando há alguma perturbação do equilíbrio, o sistema nervoso central seleciona padrões de ativação muscular apropriados (tendo em conta diversas restrições biomecânicas, dinâmicas segmentares, fatores musculoesqueléticos, entre outros), que irão modelar a propriocepção dos músculos em ação e assim corrigir esse desequilíbrio. (13,15,18,38)

O sistema visual fornece o sistema nervoso central com informações contínuas sobre a posição do corpo em relação ao meio ambiente. Em casos de défice de informação devido a disfunções visuais, o SNC pode compensar parcialmente essa redução com um reforço do processamento vestibular, somatossensorial e periférico. Ou seja, para alcançar uma recuperação funcional completa, o sistema nervoso central deve aprender um novo padrão de respostas sensoriais. Através de um mecanismo adaptativo, integrando-o com entradas de outras modalidades sensoriais. (19,39)

4.7 Sistema Proprioceptivo

A propriocepção é um componente somatosensorial (percepção de estímulos sensoriais) que fornece informações sobre a orientação e movimento dos diferentes segmentos corporais e musculares. Por outras palavras, propriocepção é referente à consciência que temos do nosso corpo e membros, enviando informações distintas, entre as quais: alteração e posição articular, tensão e comprimento muscular, senso de toque, capacidade de sentir movimento, posição do membro e até peso/vibração. O papel predominante desempenhado pela propriocepção muscular na percepção consciente do movimento foi recentemente confirmado por muitos autores, reabilitando assim as ideias apresentadas por Sherrington. Sucintamente, assume-se que a informação visual é usada para codificar a posição de um alvo em relação à mão, enquanto que a informação proprioceptiva codifica a posição da mão em relação ao nosso egocentro. (5,13,25,36,40)

Os sinais proprioceptivos vindos das articulações, músculos, tendões e pele são essenciais para o controlo neuronal do movimento e do tónus muscular. No interior dos músculos, existem fibras musculares especializadas, que detetam atividade sensorial e enviam essas informações a outros órgãos, que fornecem informações sobre o comprimento e estado de tensão do músculo. Estes sinais desencadeiam correções de equilíbrio dependendo do movimento corporal perante uma perturbação. Após a ponderação de diferenciais proprioceptivos é originada uma resposta corretiva. (13,38,40,41)

A questão recentemente abordada por Gandevia e Burke (1992) sobre quantos músculos são necessários para um movimento complexo ser codificado corretamente é relevante aqui, porque levanta outra questão importante: como o sistema nervoso central integra múltiplos sinais de feedback proprioceptivos para construir um único quadro perceptivo consciente do movimento que está sendo executado? (42)

A perda inconsciente de aferência pode afetar o controlo do tónus muscular, rompendo os reflexos posturais, associadas ao comprometimento proprioceptivo e cinestésico. Indivíduos que sofrem perda proprioceptiva têm dificuldade em prevenir uma queda mesmo após anos. Isto implica que o pré-processamento de correções de equilíbrio não pode ser modificado e está pré-definido. (40,43)

Dada a importância da propriocepção para o controlo motor, são elaboradas terapias baseadas em treino proprioceptivo com o objetivo de restaurar a função sensori-motora após a lesão (ou seja, o treino causa uma melhora proprioceptiva, auxiliando a recuperação motora). O treino proprioceptivo usa sinais somatossensoriais, quando há ausência de informações de outros campos (como a visão, por exemplo). Apesar de se elaborarem terapias proprioceptivas, não existe muita concordância em termos da sua constituição, pois a propriocepção é um termo abrangente. (40)

A relevância de sinais cinestésicos para o controle postural e do equilíbrio pode ser mostrada em pacientes com lombalgia, onde os músculos da coluna são um captador sensorial importante. Estes pacientes apresentam uma propriocepção reduzida, o que pode levar a uma diminuição no desempenho postural, em comparação a indivíduos saudáveis. O déficit proprioceptivo leva ao decréscimo do desempenho postural/equilíbrio. A alteração proprioceptiva, pode posteriormente explicar uma disfunção na integração do sinal proprioceptivo ou eficiência muscular. Então, os sinais aferentes proprioceptivos dos membros inferiores e da coluna são necessários no equilíbrio e postura. (38)

A propriocepção e a visão relacionam-se mutuamente, enquanto que a visão fornece informações maioritariamente extrínsecas, baseadas na interpretação do ambiente que nos rodeia, usando esses ingredientes para coordenar diferentes movimentos; a propriocepção fornece informações maioritariamente intrínsecas, usando-as para ajudar a estruturar feedback's espaciais, torques e forças musculares. Ou seja, entre estes componentes propriocepção/visão existe uma simbiose de informações complementárias entre, respetivamente, membro e ambiente exterior. O termo propriocepção extraocular é relacionado á contribuição para a codificação da posição dos olhos, cabeça e corpo relativamente á postura e condições ambientais. (11,23,35,36)

As mensagens proprioceptivas nos músculos extra-oculares são levadas em consideração e processadas, juntamente com os sinais proprioceptivas originados nos músculos do pescoço e a informação extraocular retiniana. Por outras palavras, a propriocepção dos músculos oculares e do pescoço contribuem para a especificação da direção do olhar. O feedback proprioceptivo que surge nos músculos do olho e pescoço pode ser incluído num sistema de processamento maior, envolvendo todos os feedbacks proprioceptivos do corpo, constituindo uma referência que tem em conta a postura do corpo como um todo. Este sistema de referência de corpo direcional pode constituir o pré-requisito para qualquer ação a ser realizada no espaço extrapessoal. (44)

O papel do sistema visual no equilíbrio e estabilidade postural

5 Relevância dos fatores visuais no equilíbrio e postura

5.1 Fatores extrínsecos

5.1.1 Ambiente visual

Ao focarmos o olhar num alvo fixo quando estamos de pé, a estabilidade do corpo ereto é maior, ajudando a minimizar as oscilações do corpo. A capacidade de adaptar ou modificar o comportamento em resposta a um ambiente visual externo, é essencial para as tarefas na vida cotidiana (especialmente as tarefas que exigem um comprometimento visuomotor para o seu desempenho). Em situações de um ambiente em movimento, uma superfície irregular ou até mesmo ambientes em que as entradas sensoriais possam ser conflituosas, este mecanismo pode ser útil. A eficiência da estabilização visual no ambiente visual depende de muitos fatores como tamanho e localização do alvo, distância de visão, acuidade visual e vergência ocular. (45,46)

Informações visuais de um ambiente visual fixo têm menor influência na postura que os ambientes visuais dinâmicos (que podem influenciar). Quando a informação propriocetiva é reduzida, a influência da visão é aumentada, pois é um componente do sistema tônico postural (capítulo 4). Esse processo de "reponderação" é controlado pelo SNC (sistema nervoso central). Tanto a frequência quanto a amplitude do ambiente visual em movimento têm impacto na resposta de reequilíbrio. (45-49)

A percepção visual do ambiente durante a locomoção permite a orientação para um objetivo (ajustando a direção da cabeça, evitando colisões com objetos, contornando obstáculos, etc...). O movimento do ambiente visual, ajuda no ajuste postural com base nas características do estímulo observado. O estímulo induz uma série de reajustes posturais, que são incrementados com o aumento da área, velocidade e frequência espacial do estímulo. (50,51)

A percepção consciente de auto-movimento pode levar algum tempo para se formar. Consequentemente, parece que o limite de detecção consciente do deslocamento do ambiente visual é maior do que o de respostas posturais. (50)

Um sistema de respostas posturais (induzidas visualmente) de baixa latência, pode ser revertido direccionalmente por pistas visuais (como paralaxe de movimento) e é sensível a estímulos visuais transitórios ou breves. Este mecanismo pode ser responsável por ajustes posturais automáticos, subconscientes, como os gerados durante a vibração postural espontânea. Este

mecanismo visuo-postural seria independente de ilusões perceptuais induzidas visualmente pelo movimento corporal. (48,50)

Um segundo, mecanismo visuo-postural de latência mais longo, leva alguns segundos para se desenvolver completamente e induz a inclinação do corpo consistentemente na direção do movimento visual. É parcialmente reforçado por ilusões perceptivas de movimento corporal e, portanto, está relacionado à percepção consciente de auto-movimento (presumivelmente envolvendo vias corticais), o que poderia melhorar inicialmente as respostas posturais automáticas. Esse sistema iria participar no controlo postural durante deslocamentos prolongados do corpo (locomoção ou transporte de veículos). (50)

5.1.2 Paralaxe

A paralaxe do movimento (movimento relativo entre objetos) foi descrita para, primeiramente, melhorar a estabilização postural, na visão monocular/binocular e, secundariamente, discutir a existência de modos de deteção visual da oscilação corporal (por deslocamento da imagem na retina - aferente; e baseadas nos movimentos oculares ou informações extra-retinianas - eferentes). (35,52)

Paralaxe de movimento, pode ser referida como o movimento ótico de uma descontinuidade produzida por um objeto próximo, em relação a um objeto distante. Esta situação pode ser produzida por uma mudança na posição do observador ou como a mudança entre os elementos no campo visual (condição de um movimento simulado, quando o observador está estático e há movimento em seu redor). A partir da paralaxe de movimento pode-se reter informações sobre a direção do movimento e a magnitude da profundidade em relação ao ponto de fixação. (48)

Explicando sucintamente o termo apresentado, consideremos um observador se move para a esquerda enquanto segue um ponto de fixação, a direção do movimento das imagens de outros objetos no ambiente depende da sua profundidade em relação ao ponto de fixação. Os objetos por trás do ponto de fixação deslizam na retina na direção do movimento, enquanto objetos à frente desse ponto de fixação movem-se na direção oposta. Normalmente, a direção do movimento da cena visual induz um reajuste postural na mesma direção. No entanto, quando o ponto de fixação (estacionário) é colocado em primeiro plano, ocorrem ajustes posturais laterais na direção oposta do movimento da cena visual. O balanço lateral pode ser invertido em direção, colocando um ponto de fixação estacionário entre o fundo móvel e o sujeito. Esta observação indica que os sinais de paralaxe do movimento são usados no controlo visual da postura. O deslocamento do fundo visual por trás do primeiro plano imita um fluxo ótico (paralaxe de movimento) que um sujeito em pé experimentaria durante a vibração lateral silenciosa. Quando um observador fixa um objeto próximo, as imagens de objetos estacionários distantes movem-se na mesma direção que a cabeça. Portanto, o ajuste postural na direção

oposta ao movimento de fundo é consistente com a direção do movimento da imagem na retina. (48,49)

5.1.3 Fluxo ótico

Para manter o equilíbrio durante a locomoção, o observador deve fazer ajustes posturais adaptativos enquanto mantém a marcha de progressão. No caso da postura em pé, o fluxo ótico no olho do observador contém informações que especificam as respostas compensatórias apropriadas. (53)

A deformação da imagem retiniana devido à direção do olhar e movimentos oculares, deslocamento do observador no ambiente (egomotion) ou à transposição de objetos no ambiente visual do observador (fluxo ótico) é uma fonte de informação importante sobre o mundo e a relação do sujeito neste mundo. (48,53)

A estrutura do fluxo ótico parece afetar o controlo da postura em função da área estimulada da retina (há uma interação entre a estrutura do fluxo ótico e a área retiniana), ou seja, a oscilação postural pode ser gerada através da deteção de deslocamentos de fluxo retinianos devido a movimentos involuntários da cabeça (em relação ao ambiente observado). A estrutura do padrão de fluxo ótico gera uma resposta de ajuste postural adaptativa, independentemente da excentricidade retiniana. (48,54)

Estudos anteriores testaram a influência do fluxo ótico no controlo postural, através da manipulação de fluxo ótico (gerados artificialmente) para provocar distúrbios posturais e examinar os mecanismos subjacentes à influência do corpo induzido visualmente. O teste mais popular é o paradigma da sala móvel², em que o movimento da sala cria um padrão de campo de fluxo ótico que é semelhante ao padrão experimentado ao se deslocar de um lado para o

² *Sala móvel*

No paradigma da sala móvel, o sujeito assume uma posição vertical estática dentro de um ambiente visual (sala) que se pode mover em relação a um quadro de referência fixo (piso). O movimento da sala cria um padrão de campo de fluxo ótico que é semelhante ao padrão experimentado á deslocação de um lado para o outro, pelo meio ambiente. Verificou-se que, em resposta ao movimento linear do ambiente visual, os sujeitos balançam na direção do movimento. (48)

Estar em ambientes visuais em movimento, como uma sala móvel, provoca uma resposta postural que é aumentada quando o piso é um fator de influência. À medida que a sala é movida para frente e para trás, o corpo do sujeito testado exhibe uma resposta na frequência do movimento da cabeça. Esta resposta reflete o grau em que o sistema de controlo postural depende da visão para o equilíbrio. A amplitude da resposta da inclinação postural depende da frequência e amplitude da cena visual. Num estudo anterior, os resultados mostraram que o desequilíbrio aumentou com o aumento da amplitude do movimento da cabeça. (26)

outro pelo meio ambiente. O resultado desta experiência mostra uma resposta postural específica: em resposta ao movimento linear para frente e para trás de todo o ambiente visual, os sujeitos balançam na direção do movimento. Este balanço corporal é uma consequência de uma má interpretação do fluxo visual devido ao auto-movimento em vez do movimento do objeto. (48,55)

5.1.4 Auto-movimento

A visão fornece informações ricas para o auto-movimento no meio ambiente e, portanto, é de grande importância no controle motor, muitas vezes substituindo outras fontes de informação. A percepção visual de auto-movimento auxilia o ajuste da posição dos membros no espaço a partir de dicas visuais estáticas (controla a re-orientação e deslocamento) e dinâmicas (contribuem para a estabilização corporal). (13,51,56)

No nosso dia-a-dia, quando nos movemos, ou estamos de pé, podemos sentir como se nos estivéssemos a mover ou a ser movidos, em relação ao meio ambiente. A detecção de mudanças que acompanham o movimento do corpo é essencial para controlar o equilíbrio corporal e a locomoção. (48)

Se, em alguns casos, o fluxo ótico ajuda a interpretar a direção e velocidade do movimento de um objeto que posteriormente é usado pelo SNC como feedback de resposta compensatória, noutros casos, o fluxo ótico pode induzir um movimento ilusório do corpo, que, por sua vez, é compensado por ajustes posturais específicos direcionais. Portanto, ao usar estímulos de fluxo ótico (ou uma sala móvel), a contribuição do sistema visual para a postura é caracterizada pela sincronização de respostas posturais com o estímulo visual. (48,56)

O movimento do ambiente visual, que é idêntico ao produzido pelo balanço corporal, induz um ajuste postural na direção do movimento. Por exemplo, quando alguém estiver a desequilibrar-se ou a cair, se durante a queda a pessoa estiver a olhar para a direita, haverá um estímulo de movimento visual que atua nos olhos da esquerda para a direita; se a pessoa estava a olhar para a esquerda, o estímulo de movimento visual para os olhos seria na direção oposta. Então, um sistema visuo-postural eficaz deve levar em conta a direção na qual a cabeça e os olhos (olhar) estão a apontar. (47,49)

Pequenos deslocamentos do ambiente visual, abaixo do limiar de percepção, também são suficientes para influenciar uma resposta postural. Essas observações indicam que o sistema visuo-motor pode interpretar mal o deslocamento da cena como um deslocamento do nosso próprio corpo e iniciar uma resposta postural. (49)

5.1.5 Distância

A distância é um fator importante que influencia os desempenhos posturais e de equilíbrio. Vários estudos mostraram que a estabilização postural melhora quando a distância entre os olhos do sujeito e o alvo diminui. (18,38,52)

Primeiramente, foi provado que o tamanho angular do fluxo ótico incidente na retina, influencia o balanço corporal. A diminuição da distância olho/alvo aumenta o tamanho angular do fluxo ótico na retina, facilitando a detecção de movimento e ajuda a reajustar a postura. Por exemplo, quando uma cena visual dista cerca de 5 metros do sujeito, o fluxo visual aparente é reduzido, havendo assim oscilação corporal. (18,52,57)

Posteriormente foi demonstrado que, além do fluxo ótico retiniano, a motricidade ocular e atividade muscular relacionada ao pescoço poderão ser também fatores de influência na estabilização postural a uma distância próxima. Então, o SNC seleciona sinais diferentes a distâncias diferentes. Ou seja, a distâncias próximas o SNC usa preferencialmente pistas visuais (sinais oculomotores e vergenciais); já em distâncias distantes ou intermédias, o SNC interpreta como mais importante os sinais extra-oculares (vestibulares, proprioceptivos e somatossensoriais) (6,26).

Apesar de binocularmente haver uma melhor performance visual em profundidade, a estabilidade postural parece melhorar monocularmente. Enquanto que, na percepção em profundidade, a visão binocular tem grande valia em tarefas ativas, isto não acontece em tarefas estáticas. Um exemplo desse comportamento é fechar um olho para ter maior precisão ao apontar um alvo (promove uma maior estabilidade postural). Este tipo de comportamentos normalmente ajuda a eliminar informações que causam interferência ou confusão do outro olho. (52)

5.2 Fatores intrínsecos

5.2.1 Idade

Um efeito significativo da idade foi observado no balanço corporal. Tanto com olhos abertos como com olhos fechados, o balanço corporal foi maior em indivíduos mais jovens, diminuindo até á idade adulta. (30)

Durante a locomoção, as crianças (apresentado alterações na marcha) são mais afetadas pela privação visual do que os adultos. Isso sugere que as crianças dependem da informação visual ou que outros sistemas sensoriais (vestibular, auditivo, proprioceptivo) ainda não estejam

completamente desenvolvidos. (30,58) No entanto, existem diferenças relacionadas à idade na importância relativa do feedback visual versus vestibular e proprioceptiva. A informação vestibular e proprioceptiva não pode compensar completamente a perda de visão. (30)

Informações sensoriais e vestibulares são usadas para estabelecer padrões de movimento. Se em crianças esses sistemas estão em desenvolvimento, em adultos o equilíbrio pode diminuir devido ao comprometimento da visão criar um feedback fraco e afetar negativamente os outros sistemas. Nesses casos esses indivíduos podem usar a propriocepção como substituta da visão na tarefa de equilíbrio. (58)

Há registro de que as crianças entre os 2 e 7 anos, são mais afetadas por distúrbios visuais. (30) Nessas idades, a informação visual para controlar o equilíbrio é usada de maneira diferente do que nos adultos. Na ausência visual ou em casos de déficit visual, crianças até aos 7 anos adotam estratégias mais cautelosas do que adultos. Aos 7 anos, há um ponto de viragem, onde as estratégias de controlo postural adultas começam a aparecer, bem como a adoção e integração de informação sensorial. Devido a esse processo de integração sensorial, crianças que ainda não têm estratégias adultas totalmente definidas, em caso de entradas sensoriais conflituosas, ainda não conseguem suprimir informações incorretas. (30) Em geral, o balanço postural diminui com o aumento da idade (desenvolvimento da organização sensorial), até aos 14-16 anos, onde o sistema aferente visual atinge o nível adulto. (13,30)

Começar a andar independente, muda a capacidade do bebé regular a postura com base no fluxo ótico. A locomoção é uma situação complexa de equilíbrio dinâmico na qual a estabilidade lateral deve ser combinada com uma situação de instabilidade direta. Em tal situação, o controlo do equilíbrio requer a escolha de um quadro de referência estável. As crianças até aos 6 anos optam por estabilizar a pélvis. É somente depois dos 7 anos que uma estratégia de estabilização da cabeça no espaço é adotada. (30)

A interação com um sistema de equilíbrio defeituoso pode ter consequências severas durante a infância. As situações que desafiam o equilíbrio desencadeiam respostas de medo, que são construtivas no futuro, evitando situações igualmente perigosas. Evitar as ameaças ao equilíbrio pode ser uma estratégia eficaz para adultos, pois muitas vezes requer apenas uma pequena modificação do estilo de vida. Contudo para crianças pode ser menos eficaz, pois essas ameaças são frequentes, variadas e desafiadoras (desde o equilíbrio numa superfície irregular, ao equilíbrio numa superfície instável). Crianças que têm disfunções de equilíbrio encontram-se repetidamente com possíveis desequilíbrios, tendo reações de medo e um provável desenvolvimento de um transtorno de ansiedade crónica. (59)

Do outro lado existe o envelhecimento que é um processo dinâmico, relacionado com a adoção de uma postura incorreta e aparecimento de distúrbios do andar. É marcado por alterações neurofisiológicas em diversos sistemas que conseqüentemente levam a um comprometimento do movimento, bipedia e controlo postural. Estão também relacionados á idade a redução da

massa muscular e percepção de tato, temperatura e pressão/vibração (relacionado à redução de sensibilidade na pele). (8,21)

Tem sido referida a importância de estudos dos componentes vestibular e visual para o controlo postural na população idosa, uma vez que a queda é a principal causa de lesões nesta faixa etária. Assim, é relevante entender os efeitos sobre a firmeza da flexão e extensão da cabeça, porque a extensão e flexão da cabeça é uma ocorrência comum. (21)

Em relação à visão, o sistema visual é essencial para o idoso se situar a si mesmo no espaço. Com o envelhecimento ocorrem diversas alterações a nível visual, entre as quais a alteração relacionada à acuidade visual (por ex. patologias oculares) e alterações relacionadas à musculatura extra-ocular (por ex. declínio progressivo de movimentos oculares como os movimentos de seguimento, os movimentos sacádicos, convergência ocular, entre outros). Patologias oculares (como DMRI, escotomas periféricos, glaucoma, etc) e insuficiências visuais (diminuição da acuidade visual, restrição do campo visual, percepção de profundidade fraca, redução de sensibilidade ao contraste) são frequentemente encontrados devido a múltiplos fatores. (8,13,17,29,55)

Associado a esse decréscimo de rendimento visual está o rendimento postural e de equilíbrio. A perda de equilíbrio e mobilidade apresentam barreiras para a independência, que também estão associadas ao medo de cair, a patologias crónicas (Síndrome de deficiência propriocetiva - SDP) ou em casos mais graves, à síndrome pós-queda, o que se torna um obstáculo à independência de adultos mais velhos (principalmente os que sofrem de problemas visuais).(29,55,58)

Para melhorar o equilíbrio e a força das extremidades inferiores, exercícios de reabilitação têm sido eficazes na redução de quedas em idosos. (13)

5.2.2 Componentes extraoculares e oculares

Cabeça

A cabeça, contém dois dos mais importantes sistemas perceptuais responsáveis por detetar perda de equilíbrio (os sistemas visual e vestibular), que desempenham um papel importante no controlo locomotor. Durante uma corrida ou caminhada, possíveis oscilações da cabeça podem prejudicar o equilíbrio locomotor. Assim, o controlo postural exige que a estabilização e orientação da cabeça sejam preservadas no espaço (pois a informação visual recolhida depende do posicionamento da cabeça). O organismo estabiliza a cabeça no espaço, permitindo uma locomoção eficiente, visão estável e melhor processamento vestibular. (39,60,61)

A coordenação motora entre o movimento da cabeça, a direção do olhar e o resto do corpo é constante na vida cotidiana, seja qual for a eficiência motora, automática, reflexa ou

intencional. A orientação do olhar acompanhada da rotação da cabeça é bastante frequente. Esta acontece quando, por exemplo, estamos a ver uma partida de ténis ou um jogo de futebol, com o objetivo de acompanhar a bola; ou quando queremos atravessar uma rua e temos que olhar para a esquerda e direita. (15)

Também durante a performance do movimento, a orientação da cabeça é uma referência para controlar a trajetória de movimento, bem como para manter o equilíbrio. Respondendo a um movimento suscetível de perturbação do equilíbrio postural, o organismo tentará minimizar os movimentos de cabeça induzidos pelas oscilações do tronco. Deste modo, poderá melhorar o feedback sensorial da cabeça necessária para manter o equilíbrio. (56,62)

Existem evidências da importância da visão na orientação da cabeça. Na condição de olhos fechados, notam-se desvios da cabeça e do tronco. Resultados de anteriores estudos mostraram que as respostas posturais ocorrem na direção da orientação da cabeça ou do olhar, em repouso ou em movimento. Esses resultados sugerem que a posição da cabeça e dos olhos fornecem importantes informações para o controle da postura e da locomoção. (39,56,60)

Uma mudança na posição vertical da cabeça induz instabilidade, pois promove o deslocamento espacial dos órgãos otolíticos utriculares além da sua área de trabalho. Isso, em parte, pode demonstrar o porquê de indivíduos saudáveis terem maior instabilidade postural quando estão em pé com a cabeça estendida para trás. A instabilidade postural ao colocar a cabeça numa posição estendida também pode ser parcialmente causada por uma mudança na mecânica postural, onde inclinando a cabeça para trás move o centro de massa (CM) para uma nova posição que, conseqüentemente, desalinha a nossa postura (devido a uma mudança no tornozelo que incrementa atividade muscular nos membros inferiores). Além das duas explicações anteriormente faladas, a instabilidade postural com a cabeça inclinada para trás pode igualmente ser esclarecida pelo feedback visual fornecido; ou seja, ao olhar para cima, temos informações visuais úteis mínimas, o que causa confusão e posterior desequilíbrio. (21)

Noutros casos, a perda unilateral das entradas vestibulares induz uma síndrome postural típica, incluindo déficit postural da cabeça. Os pacientes com lesão vestibular exibem maior rotação angular da cabeça do que indivíduos saudáveis em diversas condições visuais. Estes pacientes sofrem desequilíbrio e tendem a cair para o lado ipsilateral à lesão. Como os pacientes com deficiência de função vestibular estabilizam suas cabeças no espaço é um tema de interesse que tem sido estudado principalmente em pacientes com perda vestibular bilateral. (60)

Músculos extraoculares

O sinal muscular extraocular é um indicador importante do movimento da cabeça ou do corpo no espaço, que é amplamente considerado pelos mecanismos de controlo postural. A ligação entre a atividade muscular extra-ocular e a postura é visível quando se aplicam vibrações no

músculo reto superior, que desloca a posição média do corpo para a frente enquanto a vibração do reto inferior desloca essa posição para trás. Já a convergência e a divergência dos olhos necessária para fixar distâncias mais afastadas, envolve o relaxamento do reto medial. De uma maneira geral, o relaxamento dos músculos extra-oculares diminui o tónus postural. (17,52,63)

A questão central é como o “mundo” é mantido estável, apesar dos movimentos oculares. Sinais eferentes e aferentes dos músculos extra-oculares relacionados à convergência ocular estão envolvidos na estabilização postural. Duas hipóteses não mutuamente exclusivas procuram explicar a origem dessas informações extra-oculares: a hipótese de “inflow” e “outflow”. A teoria do “inflow” sustenta que recetores proprioceptivos de músculos extra-oculares fornecem a informação necessária sobre a posição e o deslocamento dos globos oculares nas órbitas. A principal limitação desta teoria é que os aferentes extraoculares (inflow) não podem ser convertidos até que os olhos comecem a mover-se. A “teoria de outflow” propõe que o SNC use informação neuronal para manter consciência visual. O interesse particular desta teoria é que as consequências sensoriais da ação (fluxo visual devido ao deslocamento dos olhos) podem ser antecipadas de forma feed-forward (controlo por antecipação). (48,52,64)

A hipótese de inflow foi discutida numa experiência que tinha como base a vibração mecânica de vários pontos periféricos dos globos oculares. A vibração aplicada no músculo ou tendão ativa certos terminais ligados às fibras aferentes, onde posteriormente o SNC pode interpretar como um alongamento do músculo em estudo. Essa vibração no sujeito (em pé) induz mudanças corporais na direção do músculo que vibrou. Assim, este ensaio confirma que os sinais extra-oculares são importantes para o controle postural e indicam inequivocamente uma contribuição de proprioção extra-ocular em tal controlo. Os resultados mais notórios em favor da hipótese de outflow deriva de um estudo onde foi observado que, em indivíduos cujos olhos estavam paralisados com Curare, no momento de uma tentativa de executar o movimento sacádico, o “mundo” parecia estar numa posição diferente quando o olhar excêntrico sustentado foi tentado sem sucesso. (2)

A relação dos olhos com a postura corporal tem sido debatida em diversos estudos por meio de vibrações em pequenas amplitudes e diversas frequências na área paraorbital (correspondente à região da musculatura extra-ocular). Os efeitos posturais demonstrados, revelam que os deslocamentos corporais são dependentes da estimulação dos respetivos músculos. Por exemplo, num indivíduo com os olhos fechados e tronco estático, a vibração do músculo reto lateral monocular (independente do lado estimulado) induziu a sensação ilusória de rotação do tronco para o lado oposto do músculo estimulado. Por outro lado, quando a cabeça é fixada e o tronco se mantém livre, tanto a cabeça quanto o tronco tendem a deslocar-se para o lado contralateral à estimulação. Outro exemplo é a alteração do olhar ou do ângulo de observação³.

³ O ângulo de observação desempenha um papel essencial no desempenho motor. A visualização de um alvo sob diferentes perspetivas angulares, modula o processamento do sinal neuronal em várias áreas

Foi visto que, diferentes ângulos de observação influenciam a estabilização da postura ereta positivamente (reduzindo a amplitude das oscilações) ou negativamente (por exemplo, a inclinação do objeto altera o alinhamento do corpo, deslocando o centro de gravidade e conseqüentemente, destabilizando a postura). (8,45)

Foi relatado que a informação propriocetiva de músculos extra-oculares (MEO) era crucial para a calibração a longo prazo da conjugação de sacádicos e de alinhamento ocular horizontal. Uma reprodução sensorial da posição do olho no córtex somatossensorial primário do macaco, na representação do nervo trigêmeo dependente dos sinais da órbita controlada, indicou claramente a integração de sinais sensoriais e oculomotores. Os autores sugeriram que os sinais dos MEO poderiam ser utilizados para a calibração ou percepção sensorial da posição do olho. Além disso, os sinais propriocetivos dos MEO desempenham um papel funcional no controle adaptativo do alinhamento binocular. Seja qual for a sua natureza (sensorial, motora ou ambas), as diferenças entre os olhos foram amplamente relatadas em vários testes (por exemplo, diferenças na resposta oculomotora com a aplicação de um prisma vertical). O prisma vertical ativa os músculos extra-oculares verticais, induzindo respostas oculomotoras e, desse modo, proporciona sinais propriocetivos desses músculos. Os autores argumentam que esses sinais são capazes de dar origem a uma sensação cinestésica consciente de todo o corpo e assim contribuir para a codificação de referências egocêntricas envolvidas no processamento de informações espaciais. (63,64)

Sucintamente, os movimentos oculares que reduzem a disparidade podem ajudar e melhorar os mecanismos de estabilização da postura. Pondera-se a probabilidade de que, em geral e de acordo com anteriores estudos, os sinais oculomotores aferentes e eferentes relacionados aos movimentos oculares podem ser úteis e benéficos para a estabilização da postura, sob a condição de que esses movimentos sigam as necessidades visuais e não criem erros sensoriais adicionais. Um exemplo provado é que a contração dos músculos reto medial causada pela convergência sustentada dos olhos ao perto é responsável por uma melhor estabilidade postural. (13,35,52,63)

cerebrais envolvidas no planeamento e preparação do movimento (pois altera a percepção de distância), afetando vários parâmetros de desempenho de tarefas posturais e motoras. (45)

O movimento dos olhos e do corpo durante o dia-a-dia, altera a posição dos olhos nas órbitas e a projeção da imagem na retina. Verificou-se que ao manipular o ângulo de visão sem o movimento dos olhos, o desempenho dos participantes era diferente, sugerindo que observar um alvo em diferentes perspectivas poderá influenciar a estabilidade postural. (45)

Movimentos sacádicos e de seguimento

Diferentes tipos de estímulos visuais, como o seguimento de um ponto alvo, podem ser incluídos no protocolo do estudo para examinar como os movimentos oculares podem afetar a influência postural. (55)

Movimentos oculares sacádicos são movimentos oculares rápidos que redirecionam a fóvea para um objeto ou região de interesse, contribuindo para a percepção espacial (em relação ao olho, cabeça e corpo). Em casos de supressão dos movimentos sacádicos, pode haver uma alteração no controle postural/equilíbrio corporal e/ou afetar a localização espacial. Por outro lado, não está claro se os movimentos de seguimento afetam o equilíbrio postural. (17,36,48,55,65)

Um estudo recente, reportou que os movimentos oculares de seguimento reduzem a influência postural em relação à fixação. Esses resultados mostram que os movimentos sacádicos e de seguimento têm efeitos fundamentalmente diferentes na postura. A visão é suprimida durante os movimentos sacádicos, enquanto os movimentos de seguimento oculares participam do controle visual da postura. (55,65)

Os distúrbios de motricidade ocular também fornecem argumentos valiosos a favor do controle postural extraocular. (48)

Convergência ocular

Durante a postura ereta estática, a estabilização visual diminui quando a distância de fixação do objeto alvo aumenta. A postura anormal é atribuída à diminuição do tamanho angular do fluxo ótico induzido pela oscilação corporal e aos sinais vindos da convergência ocular. A distância é associada à diminuição dos sinais dos envolventes na convergência ocular (a oscilação postural aumenta à medida que a distância de fixação aumenta). (38)

Quando foi forçada uma convergência ocular (por meio de prismas), notou-se uma melhoria da estabilidade postural, mesmo que o tamanho angular na retina seja o mesmo. Esta observação levou à conclusão de que os sinais aferentes e eferentes dos músculos extra-oculares relacionados com a convergência ocular estejam envolvidos na estabilização postural. (52)

Sinais da motricidade ocular dos olhos ao convergir e, talvez, a atividade muscular relacionada ao pescoço estão envolvidos na estabilização postural a uma distância próxima. (18)

A contração dos músculos extra-oculares do reto medial causada pela convergência sustentada dos olhos na visão ao perto era responsável por uma melhor estabilidade postural. A evidência indireta sobre a ligação entre a atividade muscular extra-ocular e a postura mostrou que as vibrações no reto superior “deslocaram” a posição do corpo para a frente enquanto a vibração do reto inferior “deslocou” essa posição para trás. Em contraste com a convergência, a

divergência dos olhos para fixar distâncias distantes envolve o relaxamento dos músculos extra-oculares, diminuindo o tónus postural. (52)

Em casos de déficit de convergência, é importante haver re-educação da tonicidade dos músculos extra-oculares. Isto é possível porque se tratam de músculos estriados esqueléticos, passíveis a uma reorganização tónica muscular. A re-educação consiste em exercitar os 3 tipos de convergência (tónica, acomodativa e fusional), maioritariamente por meio de treino visual (inibindo o reto lateral e fortalecendo o reto medial do olho hipoconvergente). Por exemplo, as insuficiências de convergência provocam uma nova integração do esquema corporal que funcionará com a insuficiência e o desequilíbrio postural que a acompanha, desencadeando uma instabilidade no sistema tónico postural e, tendo como resultado solicitações anormais que a curto ou longo prazo, podem favorecer ao aparecimento de dores, enrijecimentos e contraturas. (4,5)

Dominância ocular

O domínio ocular é a preferência para processar a entrada visual de um olho sobre o outro. Ao fixar binocularmente um alvo dentro da área de Panum (área na retina, na qual ocorre fusão da imagem); o olho que está melhor alinhado com o alvo é o olho dominante. A relação entre dominância ocular e preferência de fixação é controversa. No entanto, a avaliação do domínio ocular ou preferência de fixação pode ser importante no tratamento de uma variedade de condições oftalmológicas, particularmente se os indivíduos tiverem um domínio diferente para tarefas ao perto ou ao longe. (52,66)

A dominância ocular postural (que é não necessariamente igual ao olho dominante), é definida pelo olho que permite uma melhor estabilização durante a posição de descanso. (52,63)

Na estabilização postural foi estudada a influência do olho dominante. Foi relatado uma prioridade no processamento visual no olho dominante. Outros estudos concluíram que de acordo a vários fatores (distância de teste, atividade realizada, etc.), poderá haver uma alteração de domínio ocular na postura, onde se sugere que poderão haver diversas assimetrias funcionais de origem muscular ou neuronal. No entanto, são necessários mais estudos sobre este assunto. (52,64)

5.2.3 Analogias oculares

Olhos abertos versus (vs) olhos fechados

O olho representa uma parte fundamental no equilíbrio e estabilização corporal e é provado que é duas vezes mais difícil manter o equilíbrio com os olhos fechados que com os olhos abertos. (31)

Tradicionalmente, os estudos posturográficos testam duas condições: olhos abertos e olhos fechados. O protocolo mais popular é o teste de Romberg (comparação do balanço espontâneo de um indivíduo com os olhos fechados e com os olhos abertos), usado para estabelecer a influência da entrada visual no balanço postural. (48,55)

Estudos anteriores demonstram que existem diferenças significativas entre as condições de olhos abertos e fechados para todos os índices de estabilidade, indicando que com os olhos abertos há uma redução nas oscilações corporais na maioria dos casos apresentados. (19,48,54,55)

Campo visual central vs campo visual periférico

Ao longo dos últimos anos, vários autores examinaram o controle motor e postural em relação à visão central (tipicamente considerado dentro dos 30° centrais do campo visual) e periférica. Com base nestes estudos, distinguiram-se três teorias diferentes sobre o papel da visão central e periférica no controle da postura. (53,55,56)

A primeira teoria, denominada teoria da dominância periférica, destaca que a visão periférica e pericentral desempenha um papel essencial no controle postural, onde a visão periférica domina a percepção de auto-movimento e a visão central domina a percepção do movimento de objetos. (48,53-56)

A segunda teoria, denominada hipótese de invariância retiniana, sugere que a visão central e periférica tem o mesmo papel funcional na manutenção postural. Esta teoria afirma que a percepção de auto-movimento e movimento do objeto é baseado na informação do fluxo ótico (independentemente da excentricidade de estimulação), não havendo assim nenhuma especialização funcional. (45,53,55,56)

A terceira teoria, denominada hipótese de sensibilidade funcional, sustenta que a visão periférica e a visão central têm diferenças funcionais, mas papéis complementares no controle postural. Ou seja, é uma combinação das duas teorias anteriores, propondo que o auto-movimento e movimento do objeto se baseiam na percepção da informação ótica. (53-56)

Para o controlo motor, visão focal e a ambiental apresentam diferentes características funcionais, no processamento de informação. A visão focal é responsável pela deteção de características físicas dos objetos, enquanto a visão ambiental se baseia na deteção das características espaciais do ambiente circundante. A visão focal é mediada por informações visuais do campo visual central, enquanto a visão ambiental é mediada principalmente pela visão periférica. (56)

Em estudos anteriores, a reorganização postural foi mediada por mudanças no processamento do sinal visual na retina. A velocidade do fluxo ótico aumentou com a excentricidade; ou seja, verificou-se maior fluxo ótico vindo da periferia visual. Esse fluxo é facilmente detetado, o que torna o campo visual periférico mais eficiente para a deteção de estímulos que possam estar associados à postura. (45,54)

Este achado, de haver maior estabilidade postural sob a periferia em relação à estimulação visual central, sugere uma maior contribuição da visão periférica para o controlo da postura, o que é consistente com a hipótese de dominância periférica. (56,61)

A teoria do domínio periférico é mais provável devido ao tamanho do campo visual periférico (em relação ao campo visual central), do que devido a uma especialização funcional da visão periférica para o controlo postural. Porém, estudos anteriormente efetuados descartam a dominância periférica para a perceção e controlo do movimento, averiguando que, quando a visão central é estimulada, as respostas posturais correspondentes tinham valores idênticos à estimulação periférica. (48,55)

Em casos de pacientes que apresentam défices visuais que afetam o campo visual, a visão periférica e a visão central têm diferentes predominâncias. (2,3,5,6)

Então, a informação somatossensorial pode ser o ponto de ligação. Quando a informação somatossensorial não foi alterada, os resultados mostram uma contribuição complementar da visão central e periférica para a postura. Já quando a informação somatossensorial é alterada, há uma função complementar de cada área da retina, onde a visão periférica é mais eficiente em oscilações antero-posteriores e a visão central é mais eficiente em oscilações medio-laterais. (54)

Acredita-se que a visão central e a visão periférica têm diferentes características funcionais e, portanto, contribuem para regular o equilíbrio usando um tipo diferente de informação ótica. No entanto, devido ao uso de metodologias dispares, em estudos sobre o assunto, ainda não está claro se os papéis funcionais da visão central e da visão periférica no controlo postural são de fato diferentes. (54,56)

5.2.4 Perda visual

Em estudos anteriores, pesquisou-se o impacto da privação visual relacionado com problemas de equilíbrio e adaptações da postura. A privação visual tem uma influência significativa no padrão de marcha de crianças e adultos saudáveis. Notaram-se várias diferenças corporais na postura e locomoção que ajudam a concluir que a visão tem um importante papel no controle postural. (30,67)

Indivíduos com perda de visão não conseguem uma total adaptação à entrada visual restrita para manter a estabilidade postural. Esta diminuição da estabilidade postural, durante as condições estáticas, é preocupante e pode explicar o aumento da incidência nas quedas dentro dessa população. (58)

Dificuldades com o controle postural e o equilíbrio estático inadequado também foram relatados em adolescentes com déficit visual. Por exemplo, as diferenças de movimento estão presentes quando o equilíbrio é um componente primário da tarefa (a “atenção/importância” exigida para o controle postural varia de acordo com a tarefa postural a ser executada, pela idade do indivíduo ou até pela sua capacidade de equilíbrio). O protocolo do teste de organização sensorial (Sensory Organization Test Protocol⁴) é um dos testes que demonstram, em diferentes condições, os balanceamentos corporais dos indivíduos testados. (13,58)

Indivíduos com défices visuais devem exigir uma maior requisição em informações somatossensoriais e vestibulares para manter a estabilidade postural. Uma estratégia comum é usar essas informações (sensoriais e vestibulares) para estabelecer e conectar padrões de movimento e ajustar as posições no espaço, principalmente em idosos (que apresentam maior instabilidade postural quando as pistas visuais são reduzidas). (54,58)

Contudo, com base em estudos sobre questões patológicas, sabe-se que pacientes que apresentam défices visuais podem fornecer informações úteis para determinar os papéis complementares da visão central e periférica no controle da postura. No entanto, a maioria das doenças que apresentam perdas de campo visual, têm início tardio. Como é sabido, em idade adulta o controle postural pode deteriorar-se devido a várias circunstâncias. Em consequência, a influência dos efeitos das patologias causadoras de déficit visual na postura e/ou equilíbrio são difíceis de estimar. (55)

⁴ Este protocolo identifica objetivamente anormalias no em três sistemas sensoriais que contribuem para o controle postural: o sistema somatossensorial, visual e vestibular.

6 Síndromes e Sintomas relacionados com a má postura/desequilíbrio

6.1 Dislexia

A dislexia é uma rutura na aprendizagem da leitura, que afeta principalmente o desenvolvimento da alfabetização e linguagem (dificuldades com processamento fonológico, nomeação rápida, memória de trabalho). A leitura é uma atividade oculomotora e cognitiva complexa que exige captura retiniana do texto escrito e transmissão da imagem ao longo das vias óticas. Neste procedimento é necessário haver boa motilidade dos músculos extrínsecos oculares para garantir uma boa focagem e movimentos sacádicos/seguinto corretos. (23)

O controlo postural melhora com a idade. Possivelmente instabilidade postural em crianças disléxicas persista quando o sistema de controlo postural ainda é imaturo. (10)

Apesar da ligação entre a dislexia e o défice de equilíbrio, esses defeitos não são exclusivamente decorrentes da dislexia, podendo também ser fruto de outros distúrbios do desenvolvimento. A tarefa de leitura prejudica o equilíbrio em crianças disléxicas que, recorrendo ao uso de prismas (tratamento para um melhor desempenho de leitura), têm uma aparente melhora do equilíbrio na leitura (tarefa de fixação, ou seja, capacidade de manter um determinado ângulo de convergência a uma determinada profundidade). (10,68)

A tarefa de leitura modifica o comportamento em termos de:

- Atenção;
- Estratégias oculomotoras - em que a estabilidade postural melhora quando os olhos estão em movimento, pois a alternância de fixação ocular longe/perto melhora os reajustes de equilíbrio (uma correção para a postura ereta estática de disléxicos, que apresentam uma anomalia quando exigido um prolongamento do tempo de fixação);
- Vergência - onde há um declínio vergencial quando o ponto de fixação se situa ao longe e a distâncias intermédias, que também pode ser corrigido com o movimento ocular.

Essas alterações comportamentais podem influenciar o controlo do equilíbrio para crianças disléxicas. Contudo, essas mudanças comportamentais poderão ser secundárias e assim, os decréscimos de equilíbrio na leitura advêm de mais causas cognitivas. (10,68)

Simulando e analisando uma tarefa dupla (com o teste de Stroop⁵, por exemplo), verificou-se uma maior instabilidade postural em disléxicos. Porém, tendo como base o tratamento postural após poucos meses, as divergências detetadas foram atenuadas. No entanto, foram relatadas algumas diversidades nos resultados entre estudos. Vários fatores como a idade, o tipo de tarefa dupla e o tipo de amostra estudada (escola versus clínica) podem fundamentar essas disparidades. (10)

Um tratamento exequível baseia-se na presunção ainda debatida de que os sinais clínicos na dislexia são devidos, total ou parcialmente, a uma propriocepção ocular incorreta dos músculos oblíquos. Com base nos resultados posturais anteriormente estudados, todos os disléxicos parecem apresentar sinais clínicos de SDP (síndrome de deficiência postural), possivelmente devido a más integrações proprioceptivas posturais. Com um tratamento postural específico (muitas vezes baseado em alterações de informações visuais sob ação do sistema oculomotor com o uso de lentes prismáticas posturais/proprioceptivos), verifica-se um decréscimo significativo dos sintomas de dor e uma melhoria dos efeitos posturais. No processo de leitura, o tratamento melhora a descodificação e velocidade de leitura (mesmo realizando uma tarefa cognitiva adicional). (23,68)

6.2 Stargardt

A síndrome de Stargardt é caracterizada por uma alteração morfológica e funcional da constituição retiniana. Esta degeneração retiniana hereditária provoca uma redução da visão central, preservando a visão periférica. A perda de visão é devido à presença de manchas amarelas na região macular (flecks), causando uma perda progressiva de acuidade visual. (55)

Pacientes que apresentem a síndrome de Stargardt apresentam diferentes comportamentos nas diferentes zonas corporais. Visualmente, a doença de Stargardt prejudica o campo visual central, não havendo alterações na periferia do campo visual. Devido á indiferença no balanço postural na zona corporal médio lateral (ML) (onde parece haver menos dependência/confiança no sistema visual), poderá relacionar-se a perda de campo visual central ao balanço corporal na zona ML. (55)

⁵ O teste de Stroop é considerado um teste de tarefa dupla, que consiste na inibição uma resposta automática (leitura) e dar uma resposta menos óbvia (denominação de cor). (10)

6.3 Desconforto espacial e de movimento (SMD)

O SMD (do inglês Space And Motion Discomfort) é provocado pela exposição a ambientes de movimento desorientadores em que os sistemas perceptivos envolvidos na orientação fornecem informações sobre o auto-movimento. Esta síndrome, comum em pacientes com ansiedade, também tende a estar associado com transtorno de pânico e / ou agorafobia. Nestes casos, os indivíduos relatam sentir ansiedade e evitam frequentar ambientes perceptualmente desorientadores. (47,69,70)

Estudos anteriores revelam que o SMD está associado a um controle postural reduzido quando sujeitos a condições visuais e/ou proprioceptivos alterados. Nestes pacientes, é possível que níveis mais altos de ansiedade piorem a estabilidade postural, devido ao déficit de funcionamento perceptual-motor. (69,70)

Pacientes com distúrbios vestibulares são propensos a desenvolver SMD porque se tornam involuntariamente dependentes de informações de canais não vestibulares e tornam-se sensíveis a informações enganosas nesses canais. Por exemplo, uma pessoa que é visualmente dependente devido à disfunção vestibular, será espectável a maior probabilidade de terem vertigens. A informação visual é degradada devido à ausência de paralaxe de movimento e à redução de descolamentos da imagem na retina, resultante de longas distâncias de fixação, características da altura e falta de um canal vestibular confiável. (47,70)

O aumento do desequilíbrio em pacientes com SMD foi observado como um efeito principal em todas as condições, tanto com e sem referência de balanço. Assim, os ambientes sensoriais anormais aumentaram a influência postural. Com base nesses resultados, pode-se notar que com fluxo ótico, pacientes com SMD têm lacunas no processo de integração sensorial. Poderá haver a hipótese de que esses pacientes tenham uma incapacidade de valorizar a somatossensação e / ou informações vestibulares durante estímulos visuais inapropriados (ou seja, fluxo ótico) e desvalorizar a somatossensação durante estímulos inapropriados da superfície de suporte (isto é, referência do balanço). Também descobrimos que os pacientes com SMD tiveram balanço excessivo quando estão de pé numa plataforma fixa com uma cena visual estacionária. A descoberta de diferenças no equilíbrio, mesmo na ausência de fluxo ótico, foi inesperada. Esse resultado pode sugerir uma anormalidade do equilíbrio generalizado em pacientes com SMD, em vez de um problema limitado à integração sensorial em situações envolvendo conflitos sensoriais. (47,70)

6.4 Enjoo

Tal como no SMD, o enjoo é provocado pela exposição a ambientes de movimento desorientadores em que os sistemas perceptivos envolvidos na orientação fornecem informações sobre o auto-movimento. Em indivíduos saudáveis suscetíveis ao enjoo, condições desorientadoras induzem principalmente sintomas físicos como náuseas, transpiração fria e vômitos, embora muitas vezes acompanhados por sentimentos de mal-estar geral. (47,69)

Apesar de, a teoria do conflito sensorial fornecer uma melhor explicação da causa do enjoo, é possível que uma deficiência semelhante nas capacidades perceptivo-motora também possa explicar a suscetibilidade ao enjoo, que varia amplamente na população normal. (69,71)

A vulnerabilidade ao enjoo foi associada à sensibilidade de informações perceptivas discrepantes ou "conflituosas" dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial e uma incapacidade de se adaptar prontamente a essas condições perceptivas. Essa inaptidão de converter em sucesso conflitos perceptivos aparentes também pode resultar em instabilidade postural quando exposta a condições de percepção incomuns. Uma teoria alternativa é que o enjoo é diretamente causado por uma instabilidade postural prolongada. Portanto, pessoas com defeitos no controlo postural podem ser mais suscetíveis ao enjoo. Assim, ambas as teorias são compatíveis com a hipótese de que as respostas posturais ao conflito perceptual podem fornecer um "marcador" de susceptibilidade ao enjoo. (47,69)

Os resultados de certos estudos confirmam uma associação entre instabilidade postural e um histórico de sintomas de enjoo. Conforme esperado, houve uma maior relação do enjoo com as respostas posturais à alteração de entradas visual e somatossensorial. Os autores concluem que há a possibilidade da ansiedade e anomalias perceptivo-motoras podem contribuir de forma independente para a suscetibilidade ao enjoo. (69)

6.5 Ansiedade

A ansiedade é um fator importante no equilíbrio postural. Em indivíduos saudáveis, elevados níveis de ansiedade motivaram o deslocamento anterior do centro de gravidade, destabilizando a postura; por outras palavras, há uma correlação entre altos níveis de ansiedade e baixo rendimento de equilíbrio. A ansiedade também é altamente prevalente em pacientes com distúrbios do equilíbrio. É comum pacientes com transtornos de ansiedade apresentarem disfunções vestibulares. (26,47,70)

Sentimentos de ansiedade são tipicamente associados a sintomas corporais, como tonturas, aumento da intensidade cardíaca, transpiração excessiva ou dificuldades respiratórias. Assim, a ansiedade é caracterizada por desconforto somatopsíquico em ambientes desorientadores,

embora os sintomas físicos sejam dominantes no enjoo, os sintomas psicológicos são mais proeminentes no SMD. (47,69,70)

Os indivíduos ansiosos podem, portanto, ser mais instáveis em condições de equilíbrio difíceis e mais propensos a experimentar ou relatar sintomas de engano, resultando numa aparente correlação entre o controle postural e a suscetibilidade à doença de movimento. Isso evidencia que a ansiedade e o medo de cair podem aumentar a instabilidade postural. (47,69)

Descobriu-se que os pacientes com ansiedade respondem de forma diferente do que os do grupo de controle, quando expostos a conflitos sensoriais visuais. Quando a plataforma postural foi fixa, os pacientes com ansiedade tiveram uma maior resposta de influência ao fluxo ótico em comparação ao grupo de controle. Esta resposta influenciada não foi o resultado de uma destabilização geral. Houve um efeito de "arrastamento" em que os sujeitos se balançavam de forma síncrona com o estímulo do fluxo ótico. Parece que os pacientes com ansiedade eram menos capazes de ignorar a informação visual enganosa, ou seja, eles apresentavam uma maior dependência visual. (47,70)

Entre os sintomas de ansiedade específicos previamente identificados como possíveis preditores de dependência visual (ou seja, SMD, pânico e fobia de altura/vertigens), somente SMD mostrou-se associado ao desequilíbrio. Também nessa relação SMD/ansiedade, há a hipótese desses pacientes terem uma alteração na integração visual-vestibular. (47,70)

O papel do sistema visual no equilíbrio e estabilidade postural

7 SDP (Síndrome de Deficiência Postural/Síndrome de Disfunção Propriocetiva)

Com a idade, há deterioração do desempenho nos sistemas (vestibulares, visuais e somatossensoriais), um declínio da velocidade de transmissão de informação e mudanças no modo de processamento de informação no cérebro, os quais levam a distúrbios posturais e do equilíbrio. Os efeitos negativos de certas síndromes ou patologias crônicas na postura e na marcha irão agravar o envelhecimento fisiológico. Entre essas síndromes e patologias crônicas, há SDP e na sua forma aguda, o síndrome pós-queda.(29)

A importância da SDP na visão, postura e bem-estar será abordada neste capítulo.

7.1 Conceito de SDP

Após o estudo e análise de milhares de doentes, foi verificado por Martins da Cunha que grande parte desses doentes apresentava sintomas comuns que convergiram a um quadro clínico bem definido, designado «Síndrome de Deficiência Postural» (SDP). Determinada por um afastamento de biomecânica ideal e alteração do equilíbrio tónico postural. Trata-se de uma síndrome causada pelo condicionamento do tipo de vida, maturação fisiológica e psicológica, a SDP caracteriza-se por uma alteração do esquema corporal e de um déficit de informação propriocetiva. (72)

Nos anos seguintes a esta descrição, foram feitos inúmeros estudos sobre a cooperação entre propriocepção, ouvido interno e sensores oculares e plantares para o equilíbrio postural. A propriocepção ocular está no centro da definição do SDP e, portanto, é particularmente relevante para os profissionais de saúde visual. (23)

7.2 Sinais e sintomas

A SDP tem como base de sintomatologia dores em diversos locais (cabeça, costas, tórax ou abdominal), queixas visuais (diplopia, perda de capacidade de convergência ocular, insuficiência de convergência, enxaqueca do lobo frontal relacionada com a dificuldade de convergência, escotomas em certas direções do olhar) e desequilíbrios (tonturas, náuseas, quedas inexplicáveis). Também há a presença de sinais de tônus muscular assimétrico, rotação horizontal do olhar, entre outros. (72-74)

Estes pacientes têm uma alteração do equilíbrio tônico, ocular e postural e uma parte de sua sintomatologia está ligada a um déficit que afeta o sistema de informação proprioceptiva e o sistema de informação visual. Maioritariamente, associados a estes sinais/sintomas, estes indivíduos revelam uma extrema dificuldade na localização correta dos vários segmentos do seu corpo no espaço ou dificuldade de perceber o espaço em relação a si. Nesses casos, o paciente percebe linhas retas como sendo curvas, uma imagem percebida como torta; uma parede vertical sendo percebida como inclinada; percepção imprecisa do próprio corpo e objetos circundantes (este erro varia dependendo da direção do olhar). (72-74)

É, portanto, relevante um diagnóstico da doença, procurando sinais como uma importante assimetria da face causando dificuldade dos movimentos da articulação temporomandibular, alteração do tônus unilateral dos músculos vertebrais do pescoço tronco e raiz dos membros.(73)

7.3 Qualificação da SDP

O SDP é qualificado dependendo da assimetria de rotação e extensão do pescoço, do suporte plantar e dos ângulos em que aparecem com o exame do sinoptóforo. (41,74)

Em casos de rotação e extensão da cabeça limitadas do mesmo lado, colocação de ambos os pés em rotação externa similar, pé de apoio alternante entre direita e esquerda e detecção de escotomas direcionais com o mesmo ângulo, tanto na versão á esquerda como á direita (em norma de 20 ou 30°): trata-se de um SDP misto puro. Estes casos são encontrados em 90% dos pacientes. (41,74)

Quando rotação e extensão são perturbadas para lados opostos:

SDP puro: nota-se claramente que existe um pé de apoio que normalmente está no plano corporal e o outro pé encontra-se com uma rotação externa, os pseudo-escotomas aparecem com um diferencial de ângulos superior a 10° (normalmente nos ângulos a 20° e correspondente 40° tanto na versão esquerda-direita como direita-esquerda), com o maior valor maioritariamente do lado do pé de apoio. (41,74)

SDP misto: nota-se que ambos os pés estão em rotação externa, contudo essa rotação é mais pronunciada no pé de apoio, os pseudo-escotomas aparecem com um diferencial igual a 10° (normalmente 20° e correspondente 30° tanto na versão esquerda-direita como direita-esquerda), com o maior valor maioritariamente do lado do pé de apoio. (41,74)

7.4 Diagnóstico

O exame clínico possibilita caracterizar a assimetria postural, distúrbios de localização espacial, distúrbios de percepção visual (com o sinoptoforo) e as possíveis anomalias do sensor podal. Essas etapas possibilitam distinguir uma assimetria corporal comum de um SDP. (41)

Para este exame é observado o comportamento para casos de SDP misto puro, devido a ser o caso encontrado com mais frequência (<90% dos casos). (41)

7.4.1 Teste de Convergência

O paciente fixa a ponta de uma caneta que lhe é progressivamente aproximada, ao nível dos olhos. Vários sinais, geralmente muito discretos, podem testemunhar uma convergência modificada: (41)

A uma distância de um ou dois metros:

- ✓ é relatado uma diplopia fugaz;
- ✓ há uma reação de piscar rapidamente os olhos, pois é difícil manter a fixação.

De 15 a 30 cm:

- ✓ um dos dois olhos parece permanecer imóvel mesmo que a criança não relate diplopia;
- ✓ um dos dois olhos converge menos rapidamente que o outro com ou sem diplopia;
- ✓ um dos dois olhos pára de convergir e diverge claramente;
- ✓ os dois olhos convergem de maneira simétrica com um atraso, como se o olhar estivesse fixo atrás da ponta da caneta;
- ✓ há a reação de recuar a cabeça como se ele estivesse a localizar a ponta da caneta muito perto dos olhos;
- ✓ a convergência é simétrica, mas o paciente franze a testa como se a convergência exigisse um esforço excessivo;
- ✓ há queixa de dor retro-ocular. (41)

7.4.2 Exame do Suporte plantar e assimetrias posturais

A hipertonia dos extensores e rotadores dos membros inferiores pode ser responsável por um desenvolvimento anormal do suporte plantar ou por um andar na ponta dos pés. Quando parado, a necessidade de alargar a área de suporte provoca uma abertura do suporte plantar 15° a 30° , e ocasiões $>30^\circ$ (observado na figura 7.4.1), que normalmente tem uma abertura entre 5° e 15° . A assimetria do tônus muscular do corpo é uma constante do exame do SDP. Neste exame procura-se: (41)

- ✓ um ombro mais alto que o outro em resultado de uma assimetria da altura das mãos;
- ✓ um pequeno torcicolo com direção do olhar na direção oposta para fixar em frente;
- ✓ uma projeção da cabeça para a frente com acentuação da lordose (encurvamento da coluna para a frente) lombar que acompanha uma cifose dorsal (curvatura em forma corcunda);
- ✓ ocasionalmente uma rotação da bacia;
- ✓ uma modificação do paralelismo das pernas, tendo por vezes um apoio plantar perturbado quando examinado ao podoscópio. (41)



Figura 7.4.1: Avaliação da colocação dos pés numa postura estática e ereta. Nota-se uma abertura do suporte plantar (ângulo formado pelas linhas brancas) com cerca de 30° , juntamente a uma rotação externa mais pronunciada no pé direito (indicativo de uma SDP). Imagem facultada por Margarida Dolan.

7.4.3 Perceção da localização do pé

A criança é convidada a simular com as mãos a posição em que percebe os pés sem olhar para eles. A diferença entre sua perceção e a orientação real dos seus pés permite que ele perceba a perturbação no diagrama corporal e estimule a importância do distúrbio proprioceptivo. (41)

7.4.4 Teste olho - mão

Com o braço estendido, o observador faz um movimento rápido para fazer coincidir uma marca anteriormente feita entre o polegar e o indicador e um lápis preso pelo observador diante dos olhos. Havendo um distúrbio de localização espacial, destaca-se uma incoerência entre a localização visuo-espacial e a avaliação propriocetiva do movimento a ser realizado (o que se pode encontrar na imagem 7.4.2). (41)

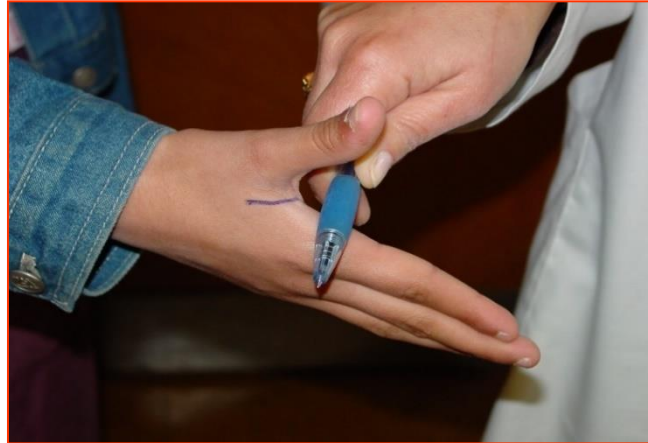


Figura 7.4.2: Avaliação do teste olho - mão. Observa-se uma incoerência na localização visuo-espacial ao ser realizado o movimento em direção á caneta, disfunção propriocetiva frequentemente detetada em casos de SDP. Imagem facultada por Margarida Dolan.

7.4.5 Avaliação da assimetria de rotação da cabeça no plano horizontal

A medida entre a articulação acrómio-clavicular (ombro) e a ponta do queixo mostra a assimetria rotacional secundária à assimetria do tónus muscular dos rotadores do pescoço (comparando os dois lados), sendo exemplo a imagem 7.4.3. (41)

Importa realçar a importância da correção do observador, para evitar a rotação do tronco (que auxilia o défice de rotação apresentada pelos músculos rotadores do pescoço) e assim “controlar” o comportamento corporal do paciente durante o exame de diagnóstico (imagem 7.4.4).



Figura 7.4.3: Ao comparar a rotação lateral da cabeça, onde se destaca uma maior dificuldade na rotação para o lado esquerdo. Esta assimetria encontra-se assinalada pela disparidade de tamanho das linhas vermelhas verticais. Imagens facultadas por Margarida Dolan.



Figura 7.4.4: Comportamento de análise do observador durante o teste de assimetria de rotação lateral da cabeça. Para evitar a indução de erros de avaliação na rotação da cabeça, o observador (neste exemplo destacado á direita da imagem, o Dr. Orlando Alves da silva) ajusta e retifica a intuição de compensar uma maior dificuldade de rotação lateral pra o lado afetado. Imagem facultada por Margarida Dolan.

7.4.6 Avaliação da assimetria da extensão sagital da cabeça

Ao estender a cabeça para trás, a distância entre a orelha e a parte superior do trapézio é menor de um lado que do outro (observado na imagem 7.4.5). (41)

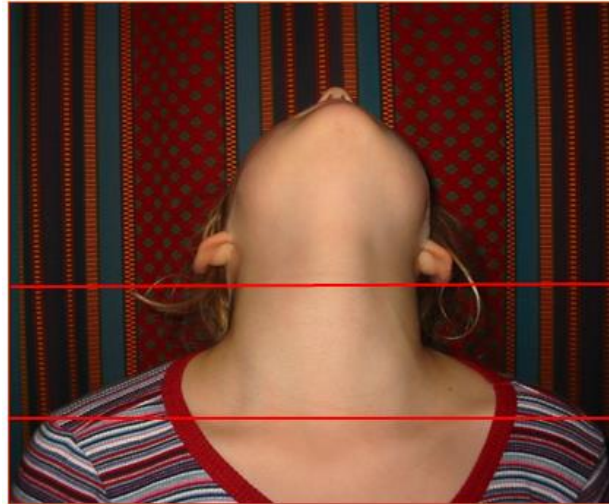


Figura 7.4.5: Ao estender a cabeça para trás, observa-se uma assimetria na distância entre a orelha e a zona do trapézio. Ao colocar duas linhas paralelas (uma na zona do trapézio e outra na orelha), é observado que a orelha direita se encontra numa posição superior, em comparação à orelha esquerda. Imagem facultada por Margarida Dolan.

7.4.7 Pesquisa de pseudo-escotomas direcionais no sinoptoforo

O paciente é convidado a olhar através de duas oculares com imagens distintas (figura 7.4.6). Posteriormente o paciente deverá indicar se observa a imagem na totalidade ou se parte da imagem desaparece de forma permanente ou intermitente. (41)

Algumas partes da imagem desaparecem maioritariamente na área periférica do alvo, denominando-se pseudo-escotoma perceptivo. O teste é feito com o olho em posição primária (olhar em frente), seguindo-se uma versão à direita e esquerda a 20°, 30° e 40°. O ângulo em que esses escotomas aparecem é registrado. (41)



Figura 7.4.6: Uma possível representação de imagens no sinoptoforo. A imagem da jaula (á esquerda) é apresentada somente no olho esquerdo (OE) do paciente, enquanto que a imagem do leão (á direita) é apresentada somente no olho direito (OD) do paciente (72) .

7.5 Tratamento para a SDP

Para a eficiência do tratamento da SDP, é preciso que o paciente interprete os seus sinais funcionais, tentando estabelecer uma relação entre seus sintomas, as suas alterações posturais e as informações propriocetivas recebidas. Assim o paciente tem noção de uma anomalia do diagrama do corpo, com uma falsa localização dos diferentes segmentos do corpo no espaço e uma falsa imagem de seus limites, havendo uma maior vontade na correção dos mesmos. Após esta conscientização, ensina-se ao paciente uma técnica de reabilitação: a reprogramação postural. Esta reabilitação consiste em modificações muito simples, por meio de correções posturais, que alterarão as informações propriocetivas, corrigindo-as (com os pacientes a aprender a mudar a sua postura para uma maior estabilidade e equilíbrio). (73)

Em complemento á reabilitação postural, os óculos prismáticos de baixa potência, são em grande maioria adicionados ao tratamento da SDP. (73)

Em fases mais agudas desta síndrome, pode ser necessário um tratamento em fisioterapia e/ou recurso a prescrição de fármacos. (73)

8 Discussão e Conclusão

8.1 Discussão

Para poder obter o máximo de informação possível, não se estabeleceu restrição nas datas dos artigos pesquisados. Dos artigos extraídos e analisados, observou-se que em média estas publicações têm cerca de 15 anos. Esta referência aponta para que estes estudos não se considerem propriamente recentes.

A falta de estudos recentes não é justificada pela falta de resultados que reconheçam a relação da visão com o equilíbrio. Pode não haver muitos estudos diretos sobre o assunto, mas nas discussões de estudos anteriores era lembrado como diversas alterações na visão alteravam o estado de equilíbrio postural. Verificou-se ainda que cronologicamente, não existem avanços em termos de conhecimento de causa ou de investigação dessa relação. O pouco conhecimento neste tema, aliado ao pouco relevo destas irregularidades podem ser uma justificativa da não exploração das anomalias encontradas.

Este estudo bibliográfico pode comprovar: (1) que a visão pode afetar, de diversas formas e em diversos fatores, o desequilíbrio; apesar de se encontrar muitas informações sobre a visão e equilíbrio, ainda são pesquisas que retratam esse assunto com pouca clareza; (2) a existência de patologias e/ou síndromes que são provenientes de uma má postura e/ou desequilíbrios, são frequentes; (3) é proposto um possível diagnóstico e tratamento de um desequilíbrio postural, com base no conceito da SDP.

Apesar da abordagem pouco clara sobre a presença de uma síndrome que possa ser corrigida e tratada, meios menos científicos como websites e algumas revistas mais desconhecidas tendem atualmente a assumir que existe uma síndrome causada por uma disfunção proprioceptiva ou que causa um desequilíbrio ou má postura.

Durante os cerca de 40 anos, desde a primeira abordagem clínica ou experimental, autores especialistas ou conhecedores do SDP e perturbação do equilíbrio, expõe o seu saber verbalmente em formações e cursos específicos sobre a síndrome postural. Assim, a bibliografia científica em revistas de referência torna-se muito restrita e pouco frequente (se á pouca abordagem escrita se juntar o obstáculo dos artigos e livros encontrados serem na maioria escritos em francês). Devido a essas restrições, reconhece-se a dificuldade de solidificar os parâmetros de diagnóstico e tratamento da SDP, que era inicialmente o maior objetivo de estudo.

A SDP é uma síndrome que apesar de estar descrita há praticamente 40 anos, não tem tido reconhecimento suficiente, nos relatos científicos de casos que exponham pontos fortes e pontos fracos quer no diagnóstico quer na efetividade dos tratamentos aplicados. Os escassos

relatos que existem sobre esta síndrome referem que ela poderá apresentar como sintomatologia os mesmos sintomas descritos para algumas outras síndromes relacionadas, tais como a dislexia e o SMD.

Durante a realização deste trabalho, o autor teve a oportunidade de estar dois dias perante a realidade clínica, onde pode observar a abordagem e a gestão de diversos casos de SDP, com um especialista da área, além de poder ouvir a opinião dos pacientes intervencionados. A satisfação demonstrada por quem deixou de ter sintomas que anteriormente eram tratados como sendo crónicos, demonstra a eficiência prática do tratamento. Para realçar os pontos positivos deste tratamento pode dizer-se que é um tratamento reversível e que depende da vontade com que o paciente põe em prática todos os conselhos dados pelo profissional. Apesar de ser um procedimento que pode levar meses ou anos, até à decisão de retirar as lentes prismáticas, é sempre importante não deixar de adotar a ergonomia recomendada, dado o risco de haver regressão do problema e até novo aparecimento da SDP.

Os fatores visuais são geralmente tratados como causadores de um desequilíbrio, ou seja, normalmente pensa-se que é o fator visual que dita um desequilíbrio. Contudo, não é tão normal haver um desequilíbrio ditado pelos diferentes fatores visuais. Não é normal haver uma queda quando se fecha os olhos, ou cair enquanto se anda num local sem muita informação visual. Devemos entender que o problema de equilíbrio está presente antes de se dar conta dele. O sistema visual, entre outros sistemas, tende a compensar o desequilíbrio presente. Ao anular o apoio do sistema visual, ao fechar os olhos por exemplo, o nosso corpo deixa de ter a compensação dada pela visão. Assim o problema de equilíbrio fica exposto e torna-se visível.

Em suma: apesar dos fatores visuais não causarem um desequilíbrio, quando há um défice em algum destes parâmetros, ocorrerá ou não um desequilíbrio (consoante haja ou não previamente a presença dessa anomalia tónica corporal).

Como descrito previamente, neste trabalho pode-se concluir que vários fatores visuais podem influenciar o comportamento postural e que existe uma síndrome associada (SDP) que causa inúmeros problemas de saúde que poderão ter diagnóstico e tratamento. Desconhecem-se dados exatos sobre a sua prevalência, contudo é a síndrome mais referida, pelo que deve ser encarada, por diversos profissionais, como um problema real, para o qual tem sido adiantado um protocolo de tratamento que produz alívio ao paciente. Estudo de casos controlo são fundamentais para averiguar a sua eficácia científica.

8.2 Conclusões e recomendações

Este trabalho deve ser encarado como um ponto de partida para uma série de novas pesquisas, abrindo portas a uma nova exploração desta temática, onde se prova que deve haver uma maior atenção por diversos profissionais (como dentistas, odontologistas, ortopedistas, podologistas, entre outros), onde se dá o devido destaque aos profissionais da saúde visual. Equipas multidisciplinares, são necessárias para solidificar e eficácia as técnicas terapêuticas abordadas.

Futuramente é importante abordar com mais relevância o papel da proprioção no sistema visual e no STP. Tendo como adquirido o conhecimento sobre proprioção, é importante haver conhecimento sobre o funcionamento dos MEO e a transmissão de sinal por eles enviados. Ao entender sobre estes assuntos, é mais fácil compreender o conceito de SDP e toda a sua envolvente.

Para trabalhos futuros salienta-se a necessidade de desenhar trabalhos de investigação que coloque em papel todos os resultados observados no presente trabalho e possa haver demonstração de diversos fatores que possam interferir no tratamento geral e especificamente, no tratamento com lentes prismáticas (como má montagem dos óculos), efeitos temporais associados ao tratamento, comparação de sintomatologia antes/depois, satisfação do intervencionado, entre outros parâmetros.

8.3 Considerações finais

Ao começo, tudo se deveu a ouvir falar sobre alguns tratamentos visuais que ajudam a melhorar a postura, onde se obtiveram resultados bem-sucedidos. Com a leitura do bem-estar relatados por quem sofreu de algumas destas intervenções, levou que, em curiosidade, se fizesse uma investigação sobre o tratamento visual para a postura. Após uma pesquisa superficial sobre este assunto, constatou-se que a informação sobre o tema era escassa e pouco concreta. Então, invés de se descartar esta ideia e idealizar outro estudo, novos desafios surgiram, levando a explorar melhor o tema, alterando ligeiramente a abordagem inicial. Resolveu-se elaborar uma pesquisa descritiva de maior abrangência de modo a ter uma coletânea de informação sobre a visão, a postura e o equilíbrio. De uma forma mais clara, o objetivo deste trabalho foi fundamentalmente elaborar uma revisão científica sobre os parâmetros visuais que perturbam a postura, causando desequilíbrio. Apesar de não haver muita informação na relação direta entre visão e equilíbrio/postura, conseguiu-se aceder á informação indiretamente, onde é comentada em realce num tópico ou alertada num parágrafo de discussão.

A barreira linguística para a análise de artigos constituiu uma adversidade para uma elaboração do trabalho, mais rápida, fácil e confortável. A maioria dos artigos utilizados para esta revisão estão escritos em inglês. Apesar desta não ser a língua materna do autor do trabalho, é a língua globalmente mais falada, o que ajuda a compreender melhor, temas abordados mundialmente. Contudo, para o tema de postura e prismas posturais, a grande maioria dos estudos encontrados estão redigidos em língua francesa, língua com a qual o autor não tinha nenhuma familiaridade. Foram poucos os acessos obtidos em língua portuguesa e ao analisar estes artigos (em língua portuguesa), não se conseguiram ter resultados bem-sucedidos, dada a fraca fiabilidade dos locais onde se acederam.

Devido á falta de uma revisão vasta, que possa ligar amplamente postura e equilíbrio a diversos fatores visuais e síndromes associados, este trabalho revelou-se ser importante e necessário. Esta revisão pode ser tida como uma das primeiras sobre este assunto, o que dificulta a comparação entre estudos e revisões anteriores. De um modo geral, ao cumprir os objetivos anteriormente assinalados, considera-se este trabalho bem-sucedido.

Para finalizar, o presente trabalho foi apresentado num congresso científico, realizado na Faculdade de Ciências da Saúde na Universidade da Beira Interior (UBI) - Covilhã, realizado no passado mês de setembro. Divulgado no XII colóquio de Optometria, sob forma de comunicação oral, com o título: “Postura e desequilíbrio: relações com o sistema visual” (cujo comprovativo se encontra no anexo I).

Bibliografia

1. Burke RE. Sir Charles Sherrington's The integrative action of the nervous system: a centenary appreciation. *Brain* 2006;130(4):887-94.
2. Roll J-P, Vedel J-P, Roll R. Chapter 10. Eye, head and skeletal muscle spindle feedback in the elaboration of body references. Em: *Progress in Brain Research*. Elsevier; 1989 [citado 27 de Agosto de 2018]. p. 113-23. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079612308622049>
3. Baron JB. *Muscles moteurs oculaires, attitude et comportement locomoteur des vertébrés*. Thèse de Sciences. Paris; 1955.
4. Buisseret P, Singer W. Proprioceptive signals from extraocular muscles gate experience-dependent modifications of receptive fields in the kitten visual cortex. *Experimental Brain Research* 1983 ; 51: 443-450
5. Gilhodes JC, Roll JP, Tardy-Gervet MF. Perceptual and motor effects of agonist-antagonist muscle vibration in man. *Experimental Brain Research* 1986 ; 61(2): 395-402
6. Roll JP, Gilhodes JC. Proprioceptive sensory codes mediating movement trajectory perception: human hand vibration-induced drawing illusions. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 1995;73(2):295-304.
7. Calvin-Figuière S, Romaguère P, Gilhodes J-C, Roll J-P. Antagonist motor responses correlate with kinesthetic illusions induced by tendon vibration. *Experimental Brain Research* 1999;124(3):342-50.
8. Souza NS, Martins ACG, Machado DCD, Dias KP, Nader S, Bastos VH. A influência do eixo visuo-podal na regulação do equilíbrio morfoestático em idosos. *Revista Neurociências* 2012;20(2):320-27.
9. van Beers RJ, Sittig AC, Gon JJD van der. Integration of proprioceptive and visual position-information: An experimentally supported model. *Journal of neurophysiology* 1999;81(3):1355-1364.
10. Kapoula Z, Matheron E, Demule E, Fauvel C, Bucci M-P. Postural Control during the Stroop Test in Dyslexic and Non Dyslexic Teenagers. *PLoS ONE* 2011;6(4):e19272.
11. Sarlegna FR, Sainburg RL. The Roles of Vision and Proprioception in the Planning of Reaching Movements. Em: Sternad D, editor. *Progress in Motor Control*. Springer US 2009; p. 317-35.
12. Guerraz M, Bronstein AM. Ocular versus extraocular control of posture and equilibrium. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* 2008; 38(6):391-8.
13. Jauregui-Renaud K. Postural Balance and Peripheral Neuropathy. Em: Souayah N, editor. *Peripheral Neuropathy - A New Insight into the Mechanism, Evaluation and Management of a Complex Disorder*. InTech; 2013.
14. Meloni B. influência da hipoconvergência ocular na postura craniocervical e no recrutamento dos flexores profundos cervicais em indivíduos assintomáticos. :5.
15. Matheron E, Zandi A, Wang D, Kapoula Z. A 1-Diopter Vertical Prism Induces a Decrease of Head Rotation: A Pilot Investigation. *Frontiers in Neurology*; 2016;7.

16. Lackner JR, DiZio P. Motor control and learning in altered dynamic environments. *Current Opinion in Neurobiology* 2005;15(6):653-9.
17. Savino G, Dickmann A, Ottaviani F, Di Nardo W, Scullica L, Di Girolamo S. The role of ocular oscillations upon visually dependent postural stabilization in patients affected by congenital nystagmus. *Journal of Vestibular Research* 2000;10:201-6.
18. Matheron E, Kapoula Z. Vertical phoria and postural control in upright stance in healthy young subjects. *Clinical Neurophysiology*. 2008;119(10):2314-20.
19. Palm H-G, Strobel J, Achatz G, von Luebken F, Friemert B. The role and interaction of visual and auditory afferents in postural stability. *Gait & Posture* 2009;30(3):328-33.
20. Agostini V, Sbröllini A, Cavallini C, Busso A, Pignata G, Knaflitz M. The role of central vision in posture: Postural sway adaptations in Stargardt patients. *Gait & Posture* 2016; 43:233-8.
21. Buckley JG, Anand V, Scally A, Elliott DB. Does head extension and flexion increase postural instability in elderly subjects when visual information is kept constant? *Gait & Posture* 2005;21(1):59-64.
22. Anand V, Buckley J, Scally A, Elliott DB. The effect of refractive blur on postural stability. *Ophthalmic and Physiological Optics* 2002; 22(6):528-534.
23. Quercia P, Allaert F, Quercia M, Feiss L. The distinctive vertical heterophoria of dyslexics. *Clinical Ophthalmology* 2015; 9:1785-97.
24. Salavati M, Moghadam M, Ebrahimi I, Arab AM. Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers. *Gait & Posture* 2007; 26(2):214-8.
25. van Beers RJ, Sittig AC, van der Gon Denier JJ. How humans combine simultaneous proprioceptive and visual position information. *Experimental Brain Research* 1996; 111(2):253-261.
26. Stefanello TD, Jucá RLL, Lodi RL. Estudo comparativo de possíveis desequilíbrios posturais em pacientes apresentando má oclusão de classe I, II e III de Angle, através da plataforma de baropodometria. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR* 2008; 10(3).
27. Iunes DH, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira AS, Castro FA, Salgado HS. Análise comparativa entre avaliação postural visual e por fotogrametria computadorizada. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 2009;13(4).
28. Bultitude JH, Rafal RD, Tinker C. Moving Forward with Prisms: Sensory-Motor Adaptation Improves Gait Initiation in Parkinson's Disease. *Frontiers in Neurology* 2012;3.
29. Matheron E, Dubost V, Mourey F, Pfitzenmeyer P, Manckoundia P. Analysis of postural control in elderly subjects suffering from Psychomotor Disadaptation Syndrome (PDS). *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2010; 51(1):e19-23.
30. Hallemans A, Beccu S, Van Loock K, Ortibus E, Truijen S, Aerts P. Visual deprivation leads to gait adaptations that are age- and context-specific: I. Step-time parameters. *Gait & Posture* 2009; 30(1):55-9.
31. Bricot B. Escoliosis y sistema postural. *Revista IPP*. 2009;3.
32. Rasche C. The making of a neuromorphic visual system. New York: Springer 2005. 140 p.
33. Louis S. Clinical anatomy of the visual system. 2 Edition. Elsevier 2005. 297 p.

34. Schwartz SH. Visual Perception. New York, USA: McGraw-Hill Professional Publishing; 2010.
35. Jahn K. Suppression of eye movements improves balance. *Brain* 2002;125(9):2005-11.
36. Errington JA, Menant JC, Suttle CM, Bruce J, Asper LJ. The Effects of Vertical Yoked Prisms on Gait. *Investigative ophthalmology & visual science* 2013;54(6):3949-3956.
37. Bricot B. La reprogrammation posturale globale. Montpellier: Sauramps Medical 1996.
38. Matheron E, Kapoula Z. Vertical heterophoria and postural control in nonspecific chronic low back pain. *PLoS One* 2011; 6(3): e18110.
39. Barin K, Seitz CM, Welling DB. Effect of head orientation on the diagnostic sensitivity of posturography in patients with compensated unilateral lesions. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery* 1992;106(4):355-362.
40. Aman JE, Elangovan N, Yeh I-L, Konczak J. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience* 2015; 8.
41. Quercia P, Seigneuric A, Chariot S, Vernet P, Pozzo T, Bron A, et al. Proprioception oculaire et dyslexie de développement: à propos de 60 observations cliniques. *Journal français d'ophtalmologie* 2005; 28(7): 713-723.
42. Gandevia SC, McCloskey DI, Burke D. Kinaesthetic signals and muscle contraction. *TINS*, Elsevier Science 1992; 15(2).
43. Allum JHJ, Bloem BR, Carpenter MG, Hulliger M, Hadders-Algra M. Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait & Posture* 1998; 8(3):214-42.
44. Roll R, Velay JL, Roll JP. Eye and neck proprioceptive messages contribute to the spatial coding of retinal input in visually oriented activities. *Experimental Brain Research* 1991; 85(2).
45. Ustinova KI, Perkins J. Gaze and viewing angle influence visual stabilization of upright posture: Gaze and Viewing Angle Influence Postural Stabilization. *Brain and Behavior* 2011; 1(1):19-25.
46. Sklar JC, Goltz HC, Gane L, Wong AM. Adaptation to Laterally Displacing Prisms in Anisometric Amblyopia. *Investigative ophthalmology & visual science* 2015; 56(6): 3699-3708.
47. Redfern MS, Yardley L, Bronstein AM. Visual influences on balance. *Journal of anxiety disorders* 2001;15(1):81-94.
48. Guerraz M, Bronstein AM. Ocular versus extraocular control of posture and equilibrium. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* 2008;38(6):391-8.
49. Guerraz M, Thilo KV, Bronstein AM, Gresty MA. Influence of action and expectation on visual control of posture. *Cognitive Brain Research* 2001;11(2):259-266.
50. Guerraz M, Bronstein AM. Mechanisms underlying visually induced body sway. *Neuroscience Letters* 2008;443(1):12-6.
51. Hallemans A, Ortibus E, Meire F, Aerts P. Low vision affects dynamic stability of gait. *Gait & Posture* 2010;32(4):547-51.

52. Lê T-T, Kapoula Z. Distance impairs postural stability only under binocular viewing. *Vision Research* 2006; 46(21):3586-93.
53. Bardy BG, Warren WH, Kay BA. The role of central and peripheral vision in postural control during walking. *Perception & psychophysics* 1999; 61(7):1356-1368.
54. Nougier V, Bard C, Fleury M, Teasdale N. Contribution of central and peripheral vision to the regulation of stance. *Gait & Posture* 1997;5(1):34-41.
55. Agostini V, Sbröllini A, Cavallini C, Busso A, Pignata G, Knaflitz M. The role of central vision in posture: Postural sway adaptations in Stargardt patients. *Gait & Posture* 2016; 43:233-8.
56. Berencsi A, Ishihara M, Imanaka K. The functional role of central and peripheral vision in the control of posture. *Human Movement Science* 2005;24(5-6):689-709.
57. Amblard B, Cremieux J, Marchand AR, Carblanc A. Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic visual cues. *Experimental brain research* 1985;61(1):21-37.
58. Ray CT, Horvat M, Croce R, Christopher Mason R, Wolf SL. The impact of vision loss on postural stability and balance strategies in individuals with profound vision loss. *Gait & Posture* 2008;28(1):58-61.
59. Erez O, Gordon CR, Sever J, Sadeh A, Mintz M. Balance dysfunction in childhood anxiety: findings and theoretical approach. *Journal of Anxiety Disorders* 2004;18(3):341-56.
60. Borel L, Harlay F, Magnan J, Chays A, Lacour M. Deficits and recovery of head and trunk orientation and stabilization after unilateral vestibular loss. *Brain* 2002;125:880-94.
61. Assaiante C, Amblard B. Ontogenesis of head stabilization in space during locomotion in children: influence of visual cues. *Experimental Brain Research* 1993;93(3):499-515.
62. Amblard B, Assaiante C, Fabre J-C, Martin N, Massion J, Mouchnino L, et al. Voluntary head stabilization in space during trunk movements in weightlessness. *Acta astronautica* 1995; 36(8-12):415-422.
63. Matheron E, Lê T-T, Yang Q, Kapoula Z. Effects of a two-diopter vertical prism on posture. *Neuroscience Letters* 2007; 423(3):236-40.
64. Matheron E, Yang Q, Lê T-T, Kapoula Z. Effects of ocular dominance on the vertical vergence induced by a 2-diopter vertical prism during standing. *Neuroscience Letters* 2008; 444(2):176-80.
65. Laurens J, Awai L, Bockisch CJ, Hegemann S, van Hedel HJA, Dietz V, et al. Visual contribution to postural stability: Interaction between target fixation or tracking and static or dynamic large-field stimulus. *Gait & Posture* 2010; 31(1):37-41.
66. Rice ML, Leske DA, Smestad CE, Holmes JM. Results of ocular dominance testing depend on assessment method. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2008;12(4):365-9.
67. Hallemans A, Beccu S, Van Loock K, Ortibus E, Truijen S, Aerts P. Visual deprivation leads to gait adaptations that are age- and context-specific: II. Kinematic parameters. *Gait & Posture* 2009; 30(3):307-11.
68. Vieira S, Quercia P, Michel C, Pozzo T, Bonnetblanc F. Cognitive demands impair postural control in developmental dyslexia: A negative effect that can be compensated. *Neuroscience Letters* 2009; 462(2):125-9.

69. Owen N, Leadbetter AG, Yardley L. Relationship between postural control and motion sickness in healthy subjects. *Brain research bulletin* 1998;47(5):471-474.
70. Redfern MS, Furman JM, Jacob RG. Visually induced postural sway in anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders* 2007;21(5):704-16.
71. Warwick-Evans LA, Symons N, Fitch T, Burrows L. Evaluating sensory conflict and postural instability. *Theories of motion sickness. Brain research bulletin* 1998;47(5):465-469.
72. da Cunha HM. Informação proprioceptiva e visual no síndrome de deficiência postural (SDP). *Acta Reumatológica Portuguesa* 1983;VIII(3):157-66.
73. da Cunha HM. Le Syndrome de Déficience Posturale (SDP). *Agressologie* 1987;28:941-3.
74. da Silva OA. Proprioception Dysfunction Syndrome (PDS) [Internet]. Orlando Alves da Silva. 2018 [citado 25 de Agosto de 2018]. Disponível em: www.orlandoalvesdasilva.org

Anexos

Anexo I - Comprovativo de realização de comunicação oral

