

BIOFEEDBACK VISUAL NA FISIOTERAPIA

VISUAL BIOFEEDBACK IN PHYSIOTHERAPY

Ana Claudia França Dias Batista¹

Gilson Soares²

Carlos Eduardo Cesar Vieira³

Danilo Armbrust⁴

Danilo Sérgio Vinhoti⁵

Resumo: O biofeedback trata-se de um tratamento cognitivo, no qual o paciente toma conhecimento e aprende a mudar seletivamente os processos neurológicos com a ajuda de monitor externo. A visão é um dos recursos do biofeedback que auxilia o paciente a obter informações do seu desempenho possibilitando, assim, o seu aperfeiçoamento e controle de forma voluntária. Para que isso aconteça existem recursos desde os mais acessíveis até os de alta tecnologia que permitem este tratamento em conjunto com a fisioterapia, dando ao paciente uma consciência imediata do seu aparelho locomotor, onde esta é processada a nível cerebral, voltando como percepção do seu corpo no espaço. Em 13 artigos estudados abordando desde biofeedback visual com espelho, jogos virtuais, uroginecológico e plataforma de equilíbrio em pacientes com lesões neurológicas e até em indivíduos saudáveis, mostraram resultados satisfatórios quando associado à fisioterapia convencional. Isso demonstra que o biofeedback visual é um recurso importante para ser usado como ferramenta terapêutica na fisioterapia.

1 Especialista em Osteopatia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná

2 Especialista em Osteopatia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná

3 Especialista em Fisioterapia Manipulativa pela Universidade Gama Filho

4 Doutor em Ciências da Saúde pela Irmandade Santa Casa de São Paulo

5 Mestre em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos



Palavras-chaves: Biofeedback, Visão, Fisioterapia

Abstract: The Biofeedback is a cognitive treatment which the patient learns and learns to selectively change the neurologic processes with the help of a external monitor. The vision is one of the biofeedback features that helps the patient to get feedback on his performance thus enabling the improvement and voluntarily control. For this to happen there are resources from the most affordable to the highest technology that allows this treatment in conjunction with therapy physical offering to the patient an immediate awareness of his locomotor apparatus, where it is processed in the brain, turning as perception of their body in the space. In 13 articles addressing studied from visual biofeedback with mirror, virtual games, urodynamic and balance platform in patients with neurological injuries and even in healthy subjects, showed satisfactory results well when combined with conventional. This demonstrates that the visual biofeedback is an important resource to be used as a therapeutic tool in physical therapy

Keywords: Biofeedback, Vision, Phisioterapy

Introdução ao Sistema Nervoso

O Sistema nervoso (SN) tem como funções a interação do homem com o ambiente, coordenação e controle motor, assimilação de experiências necessárias à memória, aprendizado e inteligência. Origina-se do folheto embrionário chamado, Ectoderma. O Ectoderma é a camada mais externa dos três folhetos embrionários. Esta sofre um espessamento, formando assim, a placa neural, que por sua vez cresce progressivamente aumentando sua espessura dando origem ao sulco neural, que se aprofunda formando a goteira neural. Por fim, devido as junções dos lábios da goteira neural, forma-se o tubo neural que dá origem ao sistema nervoso central. (Figura 1). Ainda o ectoderma se fecha sobre o tubo neural o isolando do meio externo. E quando este ectoderma encontra os lábios



da goteira neural forma-se a crista neural, dando origem o sistema nervoso periférico (MACHADO, 2006. DANGELO, 2007).

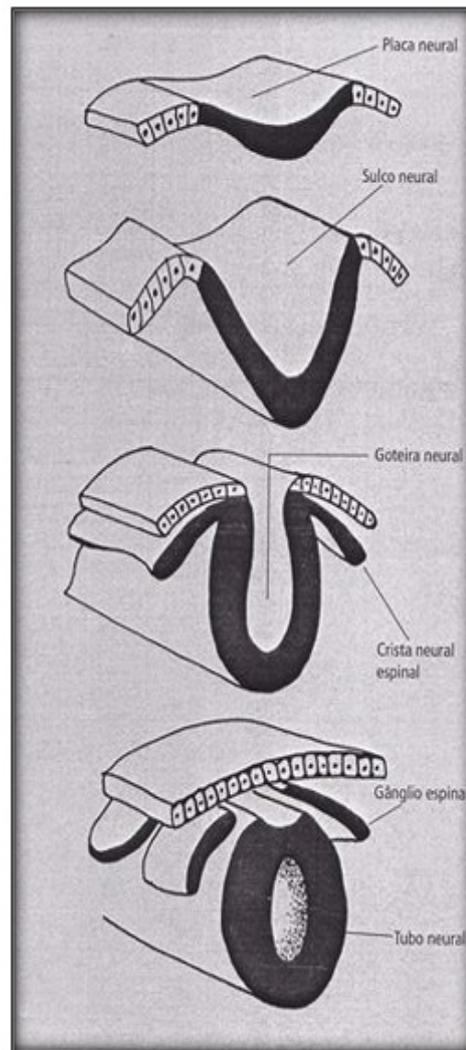


Figura 1. Formação do Tubo Neural e da Crista Neural. (DANGELO, J. G; FATTINI, C. A.. Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar. 2ed. São Paulo: Atheneu, 2001).

Divisões do Sistema Nervoso

A organização do SN pode ser realizada em quatro critérios: Anatômico, Embriológico, Funcional e por Segmentação (Metameria). No critério anatômico o SNC é dividido em dois: Encéfalo e Medula. Encéfalo é constituído de Cérebro, Cerebelo e Tronco Encefálico. O Tronco Encefálico é



composto pelo Mesencéfalo, Ponte e Bulbo. (Figura 2). Os Nervos, Gânglios e Terminações Nervosas, formam o SNP; porém os Nervos se separam em Cranianos e Espinhais. No critério Embriológico, recebem o nome da vesícula primordial que originou o Prosencéfalo, que é o conjunto do Diencefalo e Mesencéfalo, dando origem ao Cérebro (DANGELO, 2007. RIBAS, 2006. VALENTE JUNIOR, 2001).

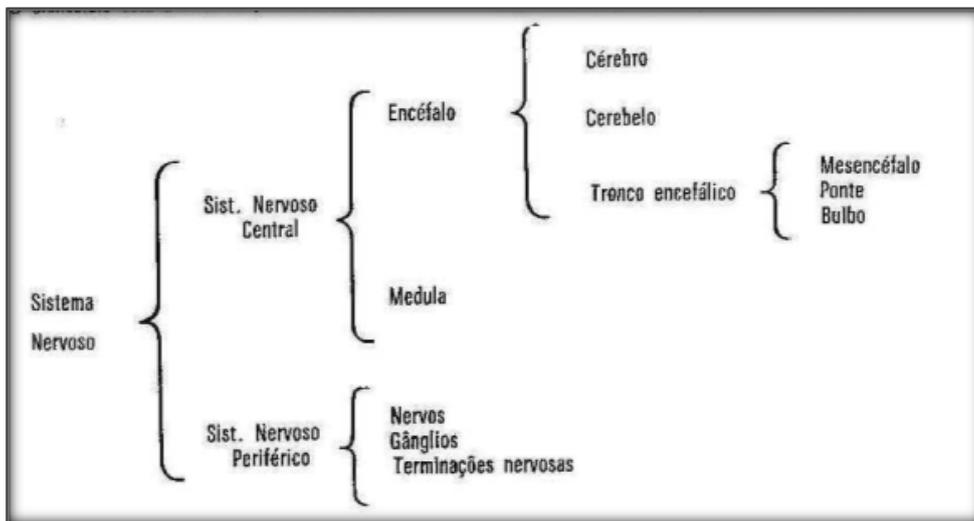


Figura 2: Desenvolvimento SN com base nos critérios Anatômicos. (DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar. 2ed. São Paulo: Atheneu, 2007).

O Mesencéfalo permanece sozinho. Do Rombencéfalo provém o Metencéfalo, que origina Cerebelo e Ponte; e o Mielencéfalo que gera o Bulbo. O Critério Funcional decompõe o SN em Somático (aférente e eférente) e Visceral (aférente e eférente). O componente eférente do SN funcional denomina-se SN autônomo e se reparte em Simpático e Parassimpático (MACHADO, 2006. DANGELO, 2007).

Os elementos do SNC provêm do tubo neural. Na porção anterior deste tubo neural são apresentadas três dilatações, chamada vesículas primitivas: O prosencéfalo em que suas laterais, durante o desenvolvimento, dará origem ao telencéfalo e diencefalo e ambos originarão o cérebro. A segunda vesícula é denominada mesencéfalo e esta não sofre modificações. A terceira é o Rombencéfalo, que origina o metencéfalo e o mielencéfalo. O telencéfalo dará origem ao córtex cerebral e aos núcleos



da base. Do metencéfalo originaram o cerebelo e a ponte. Já o bulbo terá origem através do mielencéfalo. O restante do tubo neural dará origem a medula primitiva posteriormente a medula espinhal (MACHADO, 2006. DANGELO, 2007. GULFIER, 2008) (Figura 3).

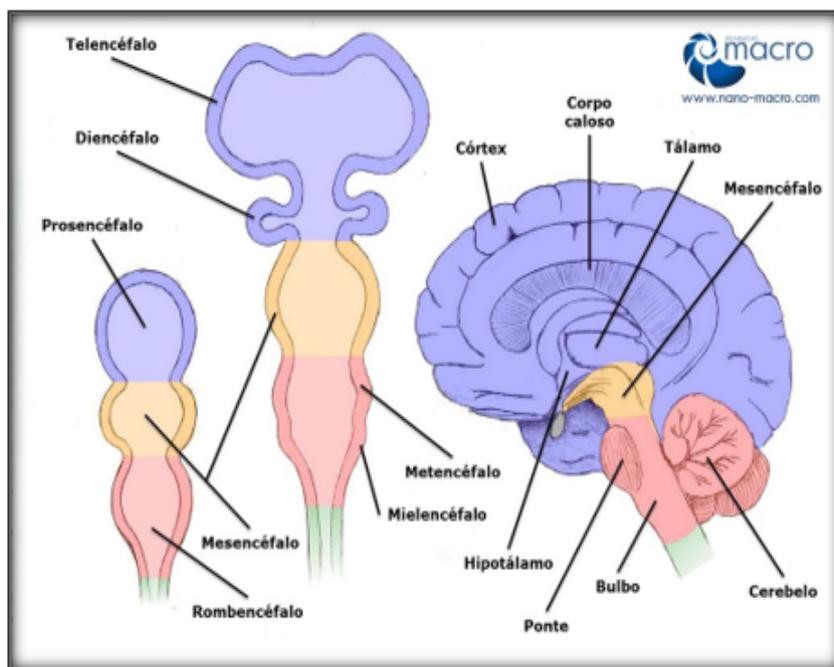


Figura 3: Esquemática da evolução do desenvolvimento cerebral, partindo (da esquerda para a direita), de um encéfalo de três semanas, encéfalo de seis semanas e encéfalo de um indivíduo adulto formado. As cores representam cada vesícula cefálica original. Disponível em: <<<http://www.nano-macro.com/2012/02/9-meses-post-14.html>>>

No último critério citado, por Segmentação, o SN é dividido em Segmentar (SNP, Medula e Tronco Encefálico) e Supra-segmentar (Cérebro e Cerebelo). Juntamente com o desenvolvimento do SNC, a crista neural se desenvolve continuamente dando origem aos elementos do Sistema Nervoso Periférico (SNP), como gânglios espinhais e cranianos; e nervos espinhais e terminações nervosas, sensitivas (aférentes) ou motoras (eferentes); dentre outros elementos não pertencentes ao SN (MACHADO, 2006. DANGELO, 2007. PINHEIRO, 2006) (Figura 4).



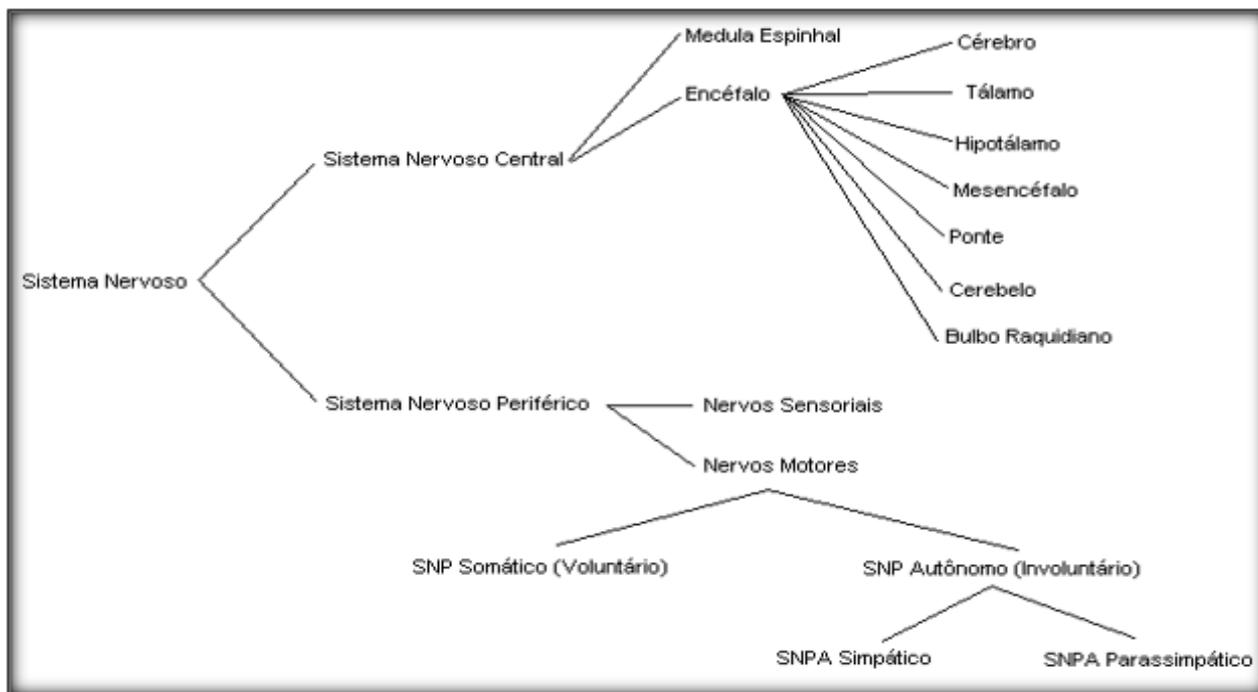


Figura 4: Desenvolvimento SN em relação aos Critérios Anatômicos e Funcionais. Disponível em: << <http://crentinho.wordpress.com/2009/11/05/tecido-nervoso-e-sistema-nervoso/>>>

O encéfalo proveniente do telencéfalo possui uma maior porção correspondente ao cérebro, e este é dividido em dois hemisférios cerebrais, direito e esquerdo, repartidos pela fissura longitudinal, mas ao mesmo tempo unidos pelo corpo caloso, formado por faixa de fibras comissurais. Os hemisférios são compostos do córtex cerebral, núcleos da base e substância branca. Possuem também cavidades denominadas ventrículos, sendo eles laterais, direito e esquerdo, que se comunicam com III Ventrículo através dos forames interventriculares, que por sua vez se comunica com o IV ventrículo pelo aqueduto cerebral (GULFIER, 2008).

O cérebro é composto de depressões denominados sulcos, que existem para permitir o aumento da superfície em aumento evidente do volume cerebral. Estes sulcos também delimitam os giros e conseqüentemente delimitam os lobos e as áreas cerebrais. Acredita-se que o cérebro aumenta de tamanho em relação ao seu uso, assemelhando-se a um músculo em relação ao exercício. (KANDAL, 1985). Estes lobos são denominados em relação aos ossos correspondentes da caixa craniana, ou seja, lobo frontal, temporal, parietal e occipital. O Lobo frontal, que está relacionado ao planeja-



mento e com movimento e o parietal com sensação somática, estão divididos pelo profundo sulco central. O lobo temporal, que está relacionado a audição, é separado dos lobos parietal e frontal pelo sulco lateral. Já o lobo parietal e lobo occipital, que por sua vez é associado à visão, são divididos pelo sulco parietoccipital. O sulco central separa dois giros importantíssimos: giro pré-central na parte anterior onde se localiza a área motora principal central, e o pós-central, na parte posterior, onde se localiza a parte uma das mais importantes áreas sensitivas do cérebro, a área somestésica (MACHADO, 2006. DANGELO, 2007. KANDAL, 1985).

Córtex Cerebral

É uma das partes primordiais do SN. Trata-se de uma camada cinzenta constituída por bilhões de neurônios. O córtex é a estrutura na qual se tornam conscientes todos os impulsos nervosos que chegam de vias de sensibilidades para então interpretá-los, originando, assim, os movimentos voluntários. Portanto, o impulso nervoso, passa através do tálamo, pelo tronco cerebral, chegando até um centro nervoso do córtex cerebral correspondente a natureza do estímulo. (DANGELO, 2007. PINHEIRO, 2007. ANDRADE, 2004).

Se tratando de áreas primárias, se divide em áreas sensitivas, no qual, o estímulo somestésico, ou seja, área de sensibilidade somática é processada no lobo parietal; o estímulo visual é processado no lobo occipital; o estímulo auditivo no lobo temporal, e área vestibular também no lobo parietal (MACHADO, 2006).

Ao longo da vida, o córtex sofre intensas modificações, aumentando sua extensão e complexidade devido ao desenvolvimento motor, na evolução de um indivíduo (ANDRADE, 2004) O córtex cerebral é considerado a sede comportamento consciente (GUIZZO, 2002).



Núcleos da Base

Os Núcleos ou Gânglios da base são neurônios que tem funções excitatórias e inibitórias no sistema motor (UMPHRED, 2004.).

São neurônios com aproximadamente mesma estrutura e função, sendo células especializadas de substâncias cinzentas localizadas no interior da substancias brancas no cérebro e no mesencéfalo. É um conjunto de estruturas cerebrais constituído pelo Núcleo Caudado, Putamen, Globo Pálido, Núcleo Subtalâmico e Substancia Negra, e estes tem função de manter a prontidão dos neurônios corticais, para a organização e liberação de movimentos sequenciais e de movimento para aquisição de uma meta, ou seja, pegar um objeto. Eles também têm o papel importante na formulação de comportamento adaptativo de movimentos repetidos (GOBBI, 2006).

Os Núcleos da Base enviam e recebem sinais do excitatórios do córtex sensitivo-motor e também do cerebelo e do tálamo. Um dos núcleos da base, considerado o mais relevante, é o Corpo Estriado, formando pelo Núcleo Caudado e o Núcleo Lentiforme (Putamen e Globo Pálido), que sua porção posterior se relaciona com o planejamento e a execução de atos motores complexos; e sua porção ventral se relaciona com atividades cognitivas e padrões de comportamento (GOBBI, 2006, VAN DE GRAAF, 2003. RIBAS, 2006).

Ainda se tratando de função, os Núcleos da Base auxiliam o córtex motor no controle de movimentos através de duas vias: direta e indireta. A primeira auxilia na iniciação e/ou na finalização do movimento e a segunda auxilia na manutenção de todo movimento durante a ação (GOBBI, 2006).

O Núcleo Caudado, mais superior, controla movimentos intencionais grosseiros e o controle global dos movimentos do corpo. O Putamen também auxilia o Núcleo Caudado no controle dos movimentos grosseiros, e de movimentos involuntários de certos músculos esqueléticos, ambos associados ao córtex motor. O Globo Pálido tem a função de regular o tônus muscular necessário para a realização de certos movimentos voluntários (GOBBI, 2006, VALENTE JUNIOR, 2001).

O Núcleo Subtalâmico e algumas áreas associadas controlam possivelmente os movimentos



de marcha e talvez outros tipos de movimentos grosseiros do corpo. Alterações patológicas desses núcleos da base acarretam em disfunção motora, além de rigidez, tremor e movimentos descoordenados (VAN DE GRAAF, 2003).

Cerebelo

Trata-se de uma estrutura que possui um papel importante no controle e aprendizado motor (UMPHRED, 2004).

Encontra-se na parte inferior e posterior do crânio, mais precisamente na fossa cerebelar do osso occipital. Ele fornece extensivas conexões entre o cérebro e a medula espinhal. Considerado a principal região que associa a postura em relação ao tônus, equilíbrio e a coordenação. O cerebelo recebe informações dos estímulos do córtex motor e dos gânglios da base, avalia o movimento a ser executado e manda estímulos corretivos novamente ao córtex, para que o desempenho do movimento seja realmente ao que foi pretendido. Este possui, também, a função de ajustes de movimento voluntários. (MACHADO, 2006. VAN DE GRAAF, 2003).

A integração entre a visão e informações cinestésicas apresenta importantes alterações entre 6 e 8 anos de idade devido o processo de maturação do SN. O cerebelo desempenha um papel decisivo para a adaptação, o aprendizado e a execução dos atos motores. Lesões cerebelares podem resultar em falta de controle dos movimentos, em relação a velocidade, amplitude, direção e força; sendo uma fonte, por exemplo, de distúrbio de equilíbrio, que manifestam-se pelas oscilações anormais durante a posição bípede, podendo ser tornar pior quando associada ainda à falta da visão (BRICOT, 2001).

Tronco Encefálico

O tronco encefálico composto pelas seguintes estruturas: bulbo, ponte e mesencéfalo, e por sua vez media uma ampla variedade de funções desde modulação de força e movimento até, como por



exemplo, a determinação de níveis de vigília e alerta (KANDAL, 1985). A ponte consiste em fibras brancas que fazem duas ligações: as fibras superficiais conectam-se com o cerebelo, e as longitudinais profundas conecta o bulbo com os tratos do mesencéfalo. Ao longo da ponte se encontram os núcleos dos pares de nervos cranianos e ainda possui um importante núcleo que regula a frequência e profundidade da respiração, denominadas áreas apnêusticas e pneumotácicas. O Bulbo, por sua vez, é a estrutura mais inferior do tronco encefálico, composto por núcleos vitais e tratos de substâncias brancas, que comunicam a medula com várias partes do encéfalo, e que a maioria das fibras se cruzam, mandando informações de um lado do cérebro refletir no lado oposto do corpo (VAN DE GRAAF, 2003).

Sistema Visual

Por meio da visão é que identificamos o que está ao nosso redor, e através dela que também recebemos informações do movimento do corpo em relação a um objeto para assim obtermos respostas adequadas para garantir a estabilidade. Essas percepções são processadas pelo nosso sistema nervoso. (MOCHIZUKI, 2006). O sistema visual é considerado o mais complexo dos sistemas, pois envolve varias estruturas e mecanismo para obter as informações necessárias do ambiente (KLEINER, 2011).

As imagens captadas pela visão são transmitidas a partir da retina, pelo nervo óptico e pelo feixe óptico, para o corpo geniculado lateral no tálamo. A partir daí, essas imagens são transmitidas para o córtex visual, no lobo occipital (GUYTON, 1988). O sistema visual é primordial para que o indivíduo possa manter um balanço natural do corpo distante dos limites da base de apoio, dando assim informações de como fixar a cabeça e o tronco quando o corpo se encontra numa ocasião de oscilação (BUCHANAN, 1999). Em estudos foram relatados que a oscilação corporal, durante a manutenção da postura ereta estática, duplica quando o sistema visual não está disponível (KLEINER, 2011).



Desenvolvimento Visual

Para que a visão se inicie é necessária uma fonte de luz. Esta penetra o olho por uma camada transparente do globo ocular (esclerótica), a córnea, que está localizada depois do cristalino, uma estrutura transparente atrás da pupila que muda de forma pra ajudar a focalizar imagens na retina. A pupila é uma pequena abertura ajustável no centro do olho, por onde a luz entra, e esta está rodeada pela Iris; que por sua vez apresenta grande variedade de cores herdadas pelos indivíduos. As células coloridas são ligadas a pequenos músculos que regulam o diâmetro da pupila: aumentando-a no escuro e diminuindo-a na presença de luz e até mesmo a emoções. A Iris está envolta por um fluido que alimenta partes do olho que não recebem suprimentos de sangue, chegando até o cristalino. Após isso, passa pelo corpo vítreo, no meio do olho, chegando finalmente à retina, que é considerada a película fotográfica do olho. Os impulsos nervosos se iniciam ao nível do epitélio pigmentado da retina, passam pelo nervo óptico e depois pelas vias ópticas até o lobo occipital, onde são transformadas em imagem (MYERS, 2012. GUYTON, 1988) Há dois sistemas de lentes do olho. O primeiro é formado pela córnea e o outro pelas lentes do cristalino. A córnea possui a parte externa curvada. Sendo assim, os raios de luz que passam por ela também se tornam curvados. Esses raios curvados ficam mais curvados ainda ao passar pelas superfícies curvas, anterior e posterior, da lente do cristalino. Portanto, os raios luminosos são refratados em três locais diferentes, das grandes interfaces do olho (GUYTON, 1988) (Figura 5)



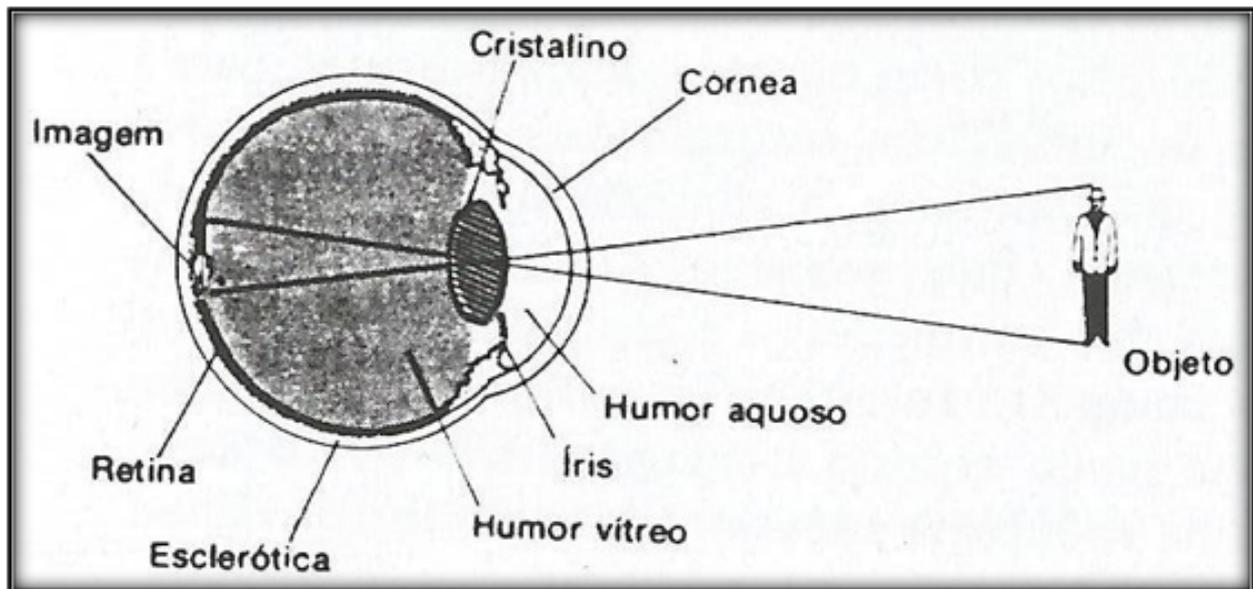


Figura 5: Estrutura geral do olho, mostrando seu funcionamento como câmara fotográfica. (GUYTON, Arthur C. Fisiologia Humana. 6ª Ed. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan, 1988)

Essa fonte de luz passa através de todas suas camadas para atingir os fotorreceptores que se encontram em sua porção posterior, longe da luz. A camada pigmentar da retina, contém melanina, que por ser um pigmento negro muito escuro, não permite que o raio de luz se reflita de volta para o olho. Uma pessoa albina, que não tem produção de melanina, quando os raios de luz atravessam a retina estes não são absorvidos, deixando a imagem ofuscada pelo excesso de luz. A retina não vê uma imagem completa. Suas células receptoras transformam partículas de energia luminosa em impulsos neurais e os passam para o cérebro. Esses receptores sensoriais são os bastonetes e os cones (GUYTON, 1988).

Os bastonetes são os receptores da retina que detectam o preto e branco, ou claro e escuro. São necessários às visões periférica e crepuscular, quando os cones não respondem. Os cones são estimulados pelas diferentes cores, são concentradas próximo ao centro da retina e excitados em lugares de bastante luz. Eles também detectam detalhes finos e dão origem a sensações de cor (MYERS, 2012).

Existe um determinado ponto, onde não há células receptoras, não sendo, portanto, sensível



à luz, chamado de ponto cego.

Os cones são considerados mais importantes que os bastonetes para visão normal, portanto a perda deles pode ocasionar cegueira total, já a perda dos bastonetes, ocasionaria somente uma cegueira noturna. Além dos cones e dos bastonetes, há também outros tipos de células na retina, as verticais e as horizontais. As células verticais são divididas em bipolares, que fazem contato sináptico com os cones e os bastonetes; e as ganglionares, que estão conectadas as células bipolares, que envia axônios para o núcleo geniculado lateral, para colículo superior, e para o núcleo do tronco encefálico. As células horizontais e amácrinas estão conectadas lateralmente com as células verticais. E mediam, respectivamente, interações entre células receptoras e bipolares; e interações entre células bipolares e ganglionares (SHUMWAY-COOK, 2010) (Figura 6).

O II par dos nervos cranianos é o Nervo óptico, que por sua vez é exclusivamente sensitivo, e está ligado ao diencéfalo (GULFIER, 2008). Ele é constituído por um conjunto de neurônios ganglionares que surgem posteriormente do bulbo de ambos os olhos, e se convergem no quiasma óptico. As fibras, originadas da porção medial (nasal) de ambas as retinas, se cruzam para o lado oposto, porém as fibras originadas da porção lateral (temporal) se mantêm. O trato óptico é uma continuidade do nervo óptico após ter passado pelo quiasma óptico, composto por fibras de ambas retinas. Ao entrar no encéfalo, algumas fibras, desse trato óptico, cessam no colículo superior, e essas fibras juntamente como algumas vias motoras formam o sistema tectal, e este tem como encargo, a coordenação dos olhos. A maioria das fibras do trato óptico passa pelo tálamo, mais precisamente no corpo geniculado lateral, para fazer sinapse com neurônios, os quais os axônios formam a via radiação óptica de Gratiolet, originada no segmento retrolenticular da cápsula interna, que se encontra por fora da prolongação occipital dos ventrículos laterais, e finaliza sua conexão sináptica com os neurônios do córtex estriado do lobo occipital do cérebro.



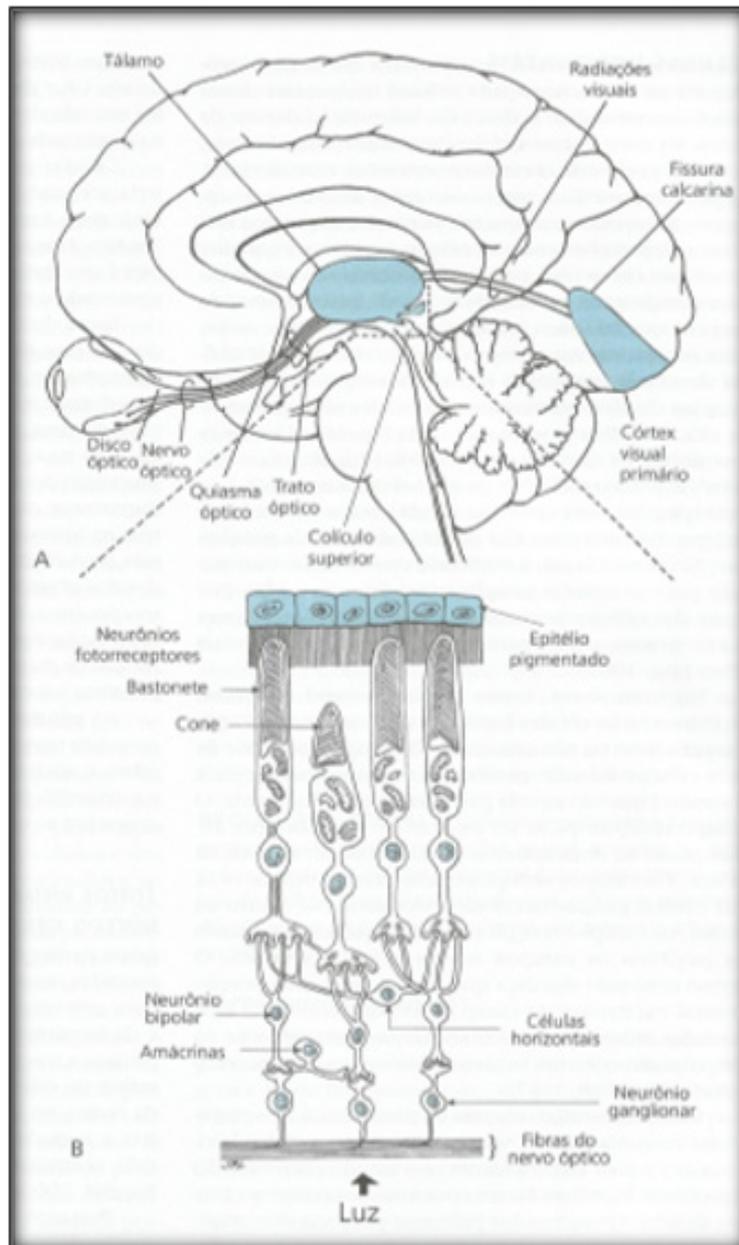


Figura 6: O Olho em relação às células horizontal e Vertical e os tratos visuais para o encéfalo. (Shumway-Cook, A; Woollacott, M. H. Controle Motor: Teoria e aplicações práticas. 3ª Ed. Barueri, São Paulo. Ed. Manole, 2010. Pág. 63

Finalmente a informação chega à área 17 e se dirige às áreas 18 e 19 também chamadas de áreas de associação visual ou perceptiva. Este conjunto de fibras forma o sistema geniculoestriado, que tem como função a percepção do campo visual (VAN DE GRAAF, 2003) (Figura 7).



Oculomotricidade

Para a visão ser considerada normal, esta deve ser binocular, ou seja, a imagem se forma na retina dos dois olhos e o sistema oculomotor regula esses movimentos com a ação de 3 pares de nervos cranianos: Nervo oculomotor (III), nervo troclear (IV) e nervo abducente (VI). O III par é responsável pela inervação dos músculos: elevador da pálpebra superior, reto superior (eleva o olho quando ele está desviado para fora), reto inferior (que abaixa o olho quando ele está desviado para fora) e medial (movimenta o olho horizontalmente para dentro), oblíquo inferior (que eleva o olho quando ele estiver desviado para dentro); além dos músculos extrínsecos do bulbo ocular: o ciliar (responsável pela convergência do cristalino) e músculos esfíncter da pupila (PEREIRA, 2012).

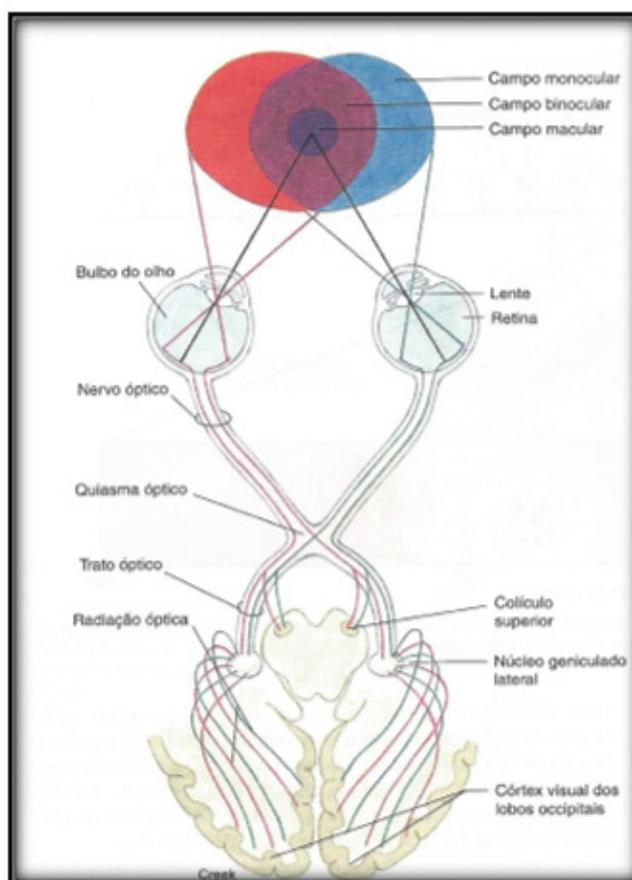


Figura 7: Campos visuais dos olhos e vias nervosas da visão. (VAN DE GRAAF, K. M. Anatomia humana. 6ª Ed. Barueri, São Paulo. Ed. Manole, 2003).



O IV par inerva o músculo oblíquo superior (que abaixa o olho quando ele está desviado para dentro). E o VI par inerva o músculo reto lateral fazendo que este desvie o olho horizontalmente para fora (GULFIER, 2008).

O sistema óculo motor ainda compreende dois tipos de movimento: os de perseguição uniforme, que localizam objetos em movimento e os mantém focados na fóvea; e os movimentos sacádicos do olho, que são aqueles movimentos rápidos enquanto os olhos parecem estar imóveis (VAN DE GRAAF, 2003).

Sistema sensorial x Postura

Para uma postura estável é necessária uma noção da posição e movimento do corpo em relação ao ambiente (MOCHIZUKI, 2006). Não conseguimos obter um adequado controle postural sem que exista integração das informações sensoriais, uma vez que há uma intensa relação entre informação sensorial e ação motora (KLEINER, 2011). Para adquirir um bom controle postural, necessita-se uma integridade de três sistemas sensoriais cruciais para esse fim: o sistema vestibular, o somatossensorial e o visual, porém a dominância de um sistema sensorial sobre o outro é a forma do sistema nervoso evitar conflitos de informações, ou seja, o sistema nervoso tem a habilidade de mudar de forma abrupta, porém discretamente, a fonte principal de informação sensorial, fazendo a transição de uma fonte de percepção para outra, escolhendo assim, a principal fonte para controlar a postura em um determinado momento, usando uma informação sensorial de cada vez. A captação da informação sensorial influencia a realização das atividades motoras e, ao mesmo tempo, a realização de um movimento influencia o modo como a informação sensorial é obtida (MOCHIZUKI, 2006). Estes sistemas fornecem informações ligadas ao endireitamento corporal em relação a gravidade e ao meio em que está. Os receptores do sistema vestibular fornecem informações do movimento e da posição da cabeça no espaço. O sistema somatossensorial está ligado as informações proprioceptivas, primordialmente às associadas as articulações e músculos axiais, nos dando a percepção dos movi-



mentos e posições corporais. Por fim, resumidamente, através do sistema visual ocorre a percepção das relações espaciais, integrando os interoceptores e exteroceptores para obter também uma percepção da postura e dos movimentos corporais, e ainda sendo importante à estabilização da oscilação corporal (GULFIER, 2008. SOARES, 2010).

Na ausência de uma informação, o outro sistema pode aumentar sua capacidade de perceber o movimento do corpo e/ou do ambiente (KLEINER, 2011).

Para a posturologia, um distúrbio na convergência ocular pode acarretar alterações posturais. Estes devem ser avaliados e corrigidos, pois poderão se tornar adaptativos sobre um desequilíbrio tônico postural. O olho não é somente um elemento da visão, mas é considerado um captor importante para uma adquirir uma boa estabilidade (BRICOT, 2001).

O papel da visão no controle motor

Dentre todos os sistemas sensoriais, para os seres humanos, a visão tem uma suma importância no controle coordenado de funções desde as mais simples até as mais complexas (GULFIER, 2008).

A visão é também apontada como um sentido proprioceptivo e exteroceptivo, ou seja, ela permite ao cérebro perceber a localização do corpo no espaço, e a sua relação com os objetos que o rodeia (SHUMWAY-COOK, 2010).

O campo visual central ou foveal nos permite detectar imagens de alta resolução, entretanto é capaz de processar informação somente em áreas muito pequenas, entre 2 a 5 graus. Mais que isso pertencerá ao campo visual periférico, o qual suas informações parecem ser mais importantes para o controle postural (SOARES, 2010).



Biofeedback

Acredita-se que o termo “Biofeedback” (BF) antes nomeado “feedback biológico” tenha surgido em 1969 com a formação da “Biofeedback Research Society” na Califórnia - EUA, atualmente conhecida como “Biofeedback Society of America”, formada por um grupo de pesquisadores para discutir os mecanismos biológicos de retroalimentação (PRETINCE, 2002).

O termo “biofeedback” originou-se da palavra “feedback”, uma palavra de origem inglesa. Segundo o dicionário Michaelis “feedback” significa: 1- regeneração, realimentação. 2- resposta. 3- retroinformação: comentários e informações sobre algo que já foi feito com o objetivo de avaliação. adj de regeneração (GIGGINS, 2013).

A essa expressão foi adicionado o prefixo “bio”, termo de origem grega que significa vida, compondo o termo bio (vida) + “feedback” (retroinformação), sendo assim, temos que: BF consiste em uma técnica que permite ao indivíduo a autogeração de informações, de forma a possibilitar a recuperação e melhora da saúde e desempenho nos diversos processos biológicos (DE SÁ, 2004. GOULART, 2012), ou seja, permite ao indivíduo se autoregular por meio do controle dos fenômenos biológicos e fisiológicos do organismo de forma voluntária ou indireta, fornecendo assim informações biológicas (tensão muscular, temperatura da pele, atividade cerebral, frequência cardíaca, etc.) e psicofisiológicas (grau de estresse, relaxamento, excitação, ansiedade, etc.), à depender do meio, qual forneça informações sensitivas de forma que o indivíduo apresente um controle e/ou evolução das respostas fisiológicas do organismo completando o ciclo de “feedback” (BOAS, 2012. PRETINCE, 2002.). (Figura 8)

Aplicações do “Biofeedback”

Atualmente o BF é usado em diferentes áreas, tais como: educação, psicoterapia, medicina comportamental, medicina psicossomática, psicologia hospitalar, psicologia do esporte, reabilitação



neuropsicológica, reabilitação neuromuscular, jogos eletrônicos e neuromarketing, dentre essas diversas aplicações destacam-se:

- BF em terapia cognitivo-comportamental: Sendo utilizados dispositivos eletrônicos, com sensores que captam sinais elétricos da superfície da pele, sendo possível controlar, por exemplo, através de ondas cerebrais. O Eletroencefalograma é um recurso muito utilizado em treinamento de déficit de atenção e hiperatividade, e treinamento de performances cognitivas, como por exemplo, a criatividade. O Eletrocardiograma, que detecta a frequência cardíaca, o pulso sanguíneo e a variabilidade do ritmo cardíaco, esta sendo utilizado em treino de relaxamento, tanto quanto em treinamento de respiração diafragmática (NEVES NETO, 2010);
- BF no treinamento de estabilidade postural e propriocepção: Está sendo muito empregada a Reabilitação Virtual associada à fisioterapia convencional na qual o paciente é estimulado com jogos virtuais, a executar as tarefas propostas pelo jogo, por meio de seus movimentos corporais, proporcionando assim um biofeedback visual trazendo a motivação, a melhora das habilidades funcionais, aumento da agilidade, coordenação e equilíbrio postural (BÔAS, 2011). Não se pode deixar de citar a terapia com espelhos, o qual também é muito utilizado atualmente. Este faz que o paciente, ao se observar no reflexo, obtenha informações sensoriais sobre a posição do seu corpo no espaço, de partes do corpo em relação uma das outras e sobre as condições do ambiente; possibilitando um auto ajuste postural e comparação por meio do feedback, do comportamento real em relação ao comportamento pretendido (UMPHRED,2004)
- Mensuração e treinamento de contração muscular: No tratamento de incontinência fecal e urinária, se utiliza muito o recurso de biofeedback para treinamento de contração muscular do assoalho pélvico e propriocepção perineal, sendo introduzido um eletrodo na vagina, ou em caso de incontinência fecal ou terapia em homens, no ânus. Ao pedir



a contração, o dispositivo traduz em sinais sonoros ou visuais (luz ou até mesmo jogos virtuais), dando ao paciente um feedback da sua conscientização da musculatura do assoalho pélvico (PINHEIRO, 2012)

Já a eletromiografia detecta atividade elétrica ocorrendo em determinado músculo, através de sensores colocados sobre a pele que transmitem sinais que são captados pelo aparelho e mostrados de forma gráfica ou sonora (UMPHRED, 2004)

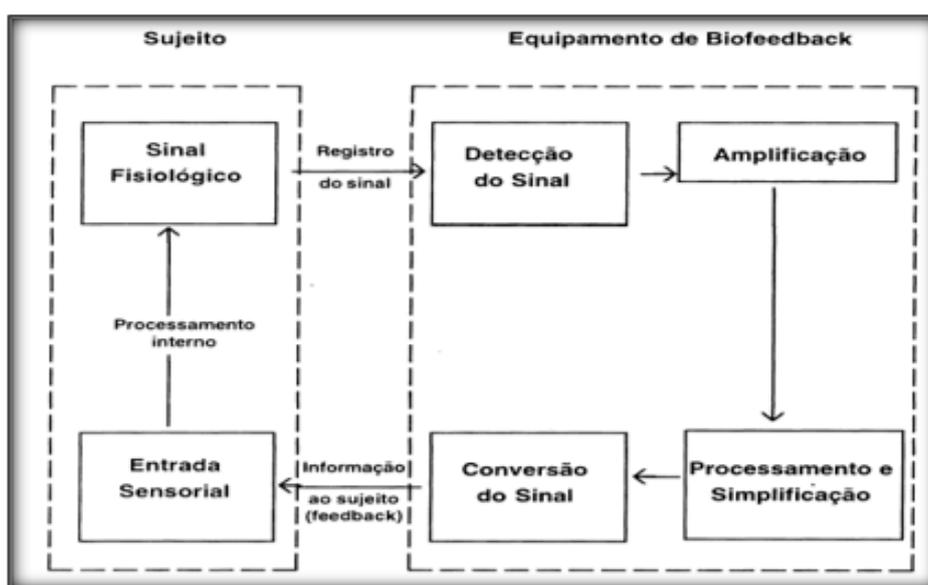


Figura 8: Componentes típicos de um sistema de biofeedback. (E. Caballo, V. Manual de Técnicas de Terapia e Modificação do Comportamento. 1ª Ed. 1996 (Pág. 341)

Biofeedback Visual

Para o tratamento com “biofeedback visual” (BFV) são utilizados recursos visuais de forma a fornecer ao indivíduo informações sobre sua performance motora possibilitando o aperfeiçoamento e controle de forma voluntária (CRUZ, 2005. DICIONÁRIO MÉDICO, 2014.), Por meio de:



- Eletromiografia (EMG): procedimento terapêutico que utiliza instrumentos eletrônicos ou eletromecânicos para medir com precisão, processar e realimentar a contração muscular, reforçando a informação por sinais audíveis ou visuais (DE SÁ, 2004). (Figura 9)

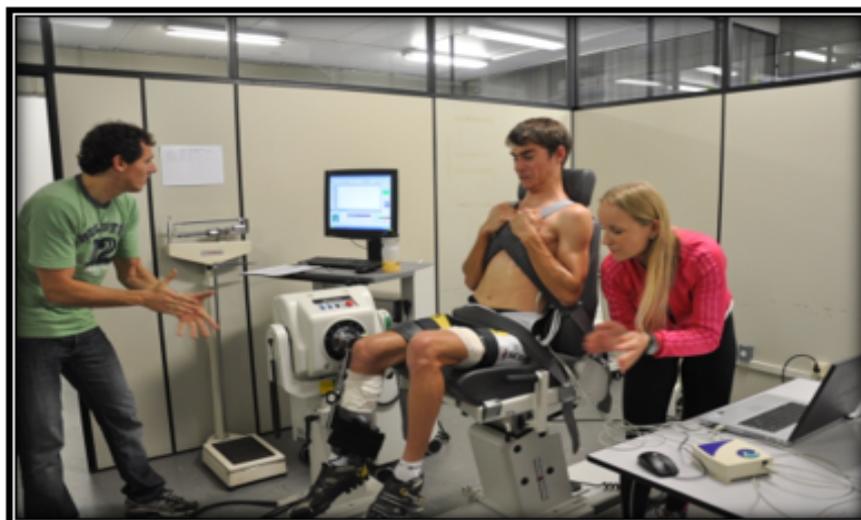


Figura 9: Monitorização do desempenho muscular através da EMG. Disponível em: <<[HTTP://noticias.ufsc.br/2012/06/atletas-de-mountain-bike-realizam-teste-em-laboratório-do-centro-de-desportos/](http://noticias.ufsc.br/2012/06/atletas-de-mountain-bike-realizam-teste-em-laboratório-do-centro-de-desportos/)>>

- Espelho: Os espelhos podem também ser usados para fornecer aos pacientes “feedback” visual, sobre suas posições no espaço e nos casos de paresia (diminuição da força em um ou mais grupos musculares, um grau menor de paralisia) (SHUMMAY-COOK, 2010. LOPES, 2005).





Figura 10: Terapia em espelhos na reabilitação: Disponível em: <[HTTP://fisioterapiahumberto.blogspot.com.br/2010/05/terapia-de-espelhos-em-reabilitacao.html](http://fisioterapiahumberto.blogspot.com.br/2010/05/terapia-de-espelhos-em-reabilitacao.html)>

Segundo Pereira et al. “Os exercícios realizados em frente ao espelho promovem feedback visual do membro parético gerando a sensação de dois membros móveis, como se o membro parético estivesse realizando movimentos saudáveis no hemisfério negligenciado, resultando na excitabilidade corticoespinal e nas áreas somatossensoriais. Essa modulação da excitabilidade contribui para a recuperação motora“ (2013) (Figura 10)

- Realidade virtual (RV): a utilização da RV proporciona estímulos, melhorando a motivação e comportamento do indivíduo para execução das tarefas, através de jogos virtuais que contribuem de maneira lúdica e proporcionam melhora de atividades funcionais e reabilitação motora a depender do tipo de jogo a ser aplicada e necessidade do indivíduo (DICIONÁRIO MÉDICO, 2014) (Figura 11)





Figura 11: Nintendo Wii utilizado na Fisioterapia. Disponível em: <[HTTP://jpress.jornalismojunior.com.br/2013/04/seriedade-jogos-eletronicos/](http://jpress.jornalismojunior.com.br/2013/04/seriedade-jogos-eletronicos/)>

- Cinematria: este tipo de BF consiste em aferir movimentos cinemáticos como análise da velocidade, tempo, distância e aceleração de um determinado corpo, através de equipamentos de mensuração (goniômetros, acelerômetros entre outros) (CRUZ, C. F, 2005) (Figura 12).



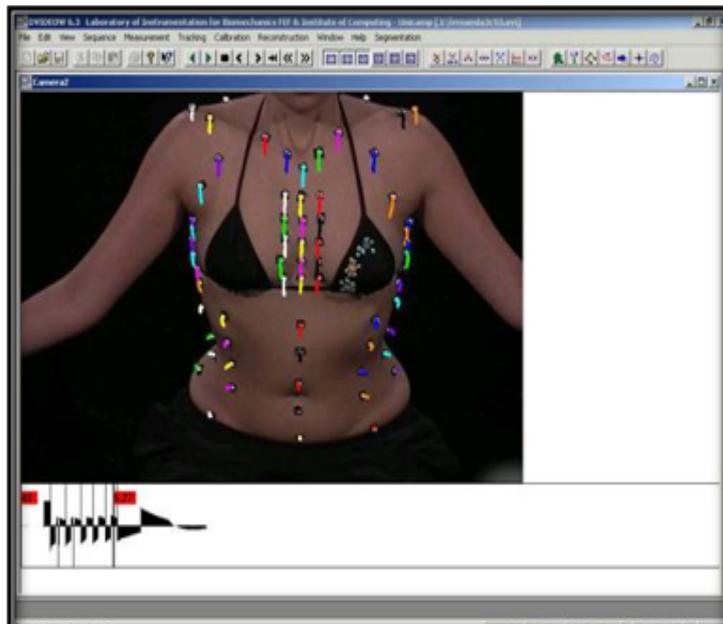


Figura 12: Análise biomecânica dos movimentos respiratórios por cinematria. Disponível em: <[HTTP://ufesbimor.wordpress.com/pesquisa/](http://ufesbimor.wordpress.com/pesquisa/)>

- Dinanômetria: Refere-se à medição de força através de um aparelho de medição conhecido como Dinanômetro biomédico, utilizado para aferir força, equilíbrio, resistência e potência do músculo testado, assim como comparativos entre os membros (sadio e lesionado), retornando um sinal visual (CRUZ, C. F, 2005) (Figura 13).





Figura 13: Avaliação Física com Dinamometria.

Disponível em: <<<http://www.webrun.com.br>>>

Biofeedback Visual aplicado à Fisioterapia

Segundo Attilio Lopes (2005), pode-se definir a fisioterapia como: “A ciência da saúde que estuda, previne e trata os distúrbios cinéticos funcionais intercorrentes em órgãos e sistemas do corpo humano, gerados por alterações genéticas, por traumas e por doenças adquiridas”. Suas ações são fundamentadas por mecanismos terapêuticos próprios, sistematizados pelos estudos da biologia, das ciências morfológicas, fisiológicas, patológicas, bioquímicas, biofísicas, biomecânicas e da cinergia funcional do movimento humano.

Recentemente, nota-se um processo de expansão na área da Fisioterapia e conseqüentemente de seu escopo de trabalho, onde o profissional de fisioterapia tem atuado fortemente em tratamentos oriundos de patologias não apenas fisiológicas como também em questões psicofisiológicas, podemos



incluir a participação do fisioterapeuta nos tratamentos de quaisquer patologias que utilizam as técnicas de BF.

Podemos citar como benefícios do BFV a possibilidade do indivíduo realizar pequenas adequações no aparelho locomotor, reestabilizando déficit estrutural, neurológico, muscular, respiratório, cardíaco, etc., com o auxílio, orientações, conduta e tratamento elaborado por um profissional de fisioterapia.

Como elemento chave para elaboração de um procedimento a avaliação realizada através de anamnese é fundamental para definição da melhor abordagem no tratamento, sendo essa por meio de entrevista, observação e testes específicos. Assim são gerados subsídios para a aplicação da melhor técnica de BFV de acordo com as queixas e/ou patologias. Sendo importante, também, conhecer as expectativas do indivíduo durante o tratamento. As metas propostas ao indivíduo devem ser apresentadas de forma gradual, para acompanhamento da evolução até alcançar o objetivo estabelecido, determinado no processo de linha de base. Durante o tratamento é importante que o fisioterapeuta atue de forma ativa, acompanhando de modo efetivo revisando as metas estipuladas quando necessário e aplicando um constante reforço verbal, conseqüentemente, os sinais de BFV são retirados lentamente de forma que o indivíduo apresente autocontrole de suas atividades. Com a finalização do tratamento é imprescindível um acompanhamento contínuo, de modo a perceber evolução ou deterioração do grau de autocontrole alcançado. (BÔAS, 2011). (Figura 7).



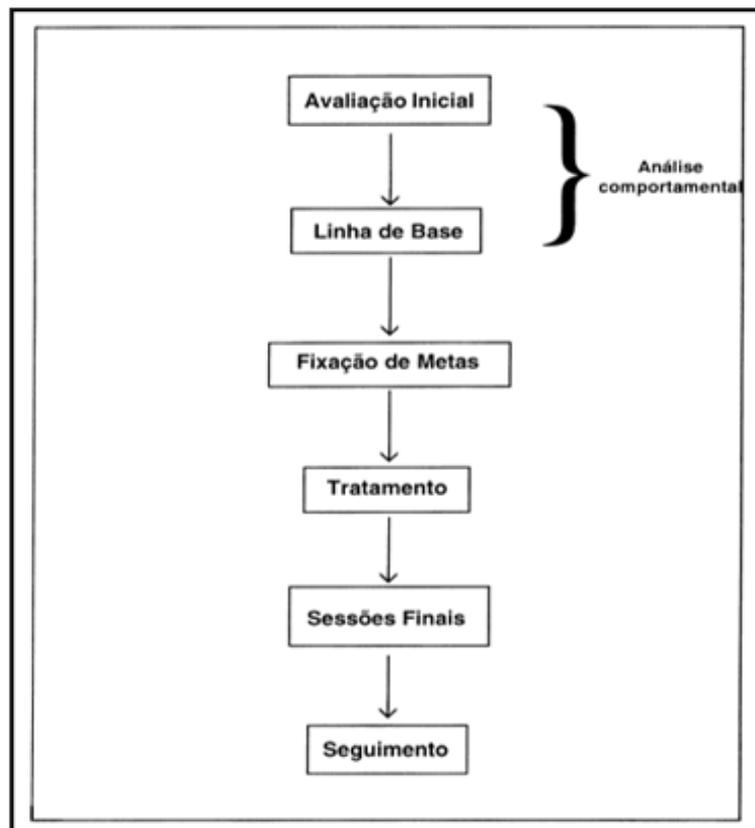


Figura 14: Diagrama de blocos da estrutura do tratamento de biofeedback. (E. Caballo, V. Manual de Técnicas de Terapia e Modificação do Comportamento. 1ª Ed. 1996 (Pág. 345)

Objetivo

Abordar a contribuição do Biofeedback Visual para a fisioterapia, pesquisando e comparando os diferentes recursos existentes, bem como sua significância na reabilitação.

Metodologia

Foram realizadas pesquisas em livros específicos, teses e artigos encontrados através de pesquisa nas bases de dados Scielo, PubMed, Bireme e pelo site da revista Neurociências, com os seguin-



tes descritores: Visão, desenvolvimento visual, desenvolvimento sistema nervoso/system nervous, desenvolvimento neurológico, neuroanatomia, cerebelo, Feedback, olho/Eye, Basal Ganglia/gânglios da base, espelho/Mirror. Foram excluídos os artigos nos quais o biofeedback não tenha sido usado como fim de reabilitação. Os resultados obtidos foram tabulados e comparados para o desenvolvimento do estudo das diferentes abordagens de Biofeedback Visual descritas nestes trabalhos.

Resultados

A Tabela 1 resume os estudos de biofeedback visual realizados em diferentes abordagens, na qual os resultados puderam ser pareados e comparados.

Tabela 1: Comparação dos dados da revisão de literatura

Artigo	Autor	Tipo de Comprometimento	Tipo de Feedback e abordagem	Nº de Pcts.	Tempo Frequência	Resumo do Resultado
Terapia Espelho na Reabilitação do Membro Superior Parético – Relato de Caso (2013)	PEREIRA et al.	MS Páretico (AVE)	Terapia em espelho Associado com o Protocolo de Shaping.	1	15 sessões de 1h. 3 vezes por semana.	Gerou melhora da função do membro na quantidade (38%) e na qualidade (33%) do movimento. Porém não alterou significativamente a escala de FMFM.
Efeito da Terapia Virtual na Reabilitação Motora do MS de Crianças Hemiparéticas (2013)	BOAS et al.	Hemiparesia em crianças (PC/TCE)	Terapia virtual (Nintendo Wii) em MS parético.	3	10 sessões (consecutivas) 1h 10min diária.	Promoveu ganho funcional, melhora de suas habilidades e destreza para o membro superior de 66% dos pacientes.



Uso do Nintendo® Wii p/ Reabilitação de Crianças com Paralisia Cerebral: Estudo de Caso (2013)	TAVARES et al.	PC (Diparesia espástica)	Nintendo Wii após a fisioterapia convencional. (alongamento, fortalecimento, treino de marcha e equilíbrio).	2	20 sessões. 2x/sem. 20', terapia com Wii após 40' de fisioterapia convencional.	Observadas melhoras clínicas nos resultados das escalas aplicadas, principalmente na PBS, na qual aumentou 12,5% de equilíbrio.
Influência do Wii Fit no equilíbrio de paciente com disfunção cerebelar: estudo de caso (2010)	SCHIAVINATO et al.	Ataxia Cerebelar Precoce	Utilização de jogos que pediam ajustes posturais anteroposteriores e látero-laterais, assim como o controle do equilíbrio, através da interação entre paciente e jogo	1	5 semanas, 2 sessões por semana, (com 1 falta) de 30 minutos cada.	Paciente apresentou um aumento de 23,21% na escala de equilíbrio de Berg. Em relação ao Índice de Barthel e a escala de Lawton, houve uma melhora na pontuação de 10% e de 25% respectivamente.
Treinamento sensório-motor com Nintendo Wii e disco proprioceptivo: efeitos sobre o equilíbrio de mulheres jovens saudáveis (2012)	BRAGA et al.	Jovens Saudáveis	Grupo de treinamento com Nintendo Wii e um grupo de treinamento com disco proprioceptivo.	14	10 sessões, 3 vezes por semana, com duração de 15 minutos.	Ambos os grupos apresentaram incremento no equilíbrio dinâmico após o treinamento de 17%.
Mirror Therapy improves Hand Function in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial (2008)	YAVUZER et al.	AVE	Tanto o grupo espelho e o controle participou de um programa de reabilitação de AVE convencional. O grupo de estudo foi adicionado 30' de terapia c/ espelho.	40	5 dias por semana, de 2 a 5 horas por dia, durante 4 semanas.	Funcionamento da mão apresentou melhora em média de 95% após a terapia do espelho associada a reabilitação convencional em comparação com um tratamento do grupo controle.



<p>A terapia de restrição e indução do movimento em paciente hemiparético crônico após a utilização da técnica de mirror visual feedback (2009)</p>	<p>FIGUEIREDO et al.</p>	<p>AVE</p>	<p>TRIM após Terapia com espelho 1</p>	<p>MFV: 1 mês TRIM: 14 dias.</p>	<p>O espelho foi eficaz na aquisição de movimentos ativos na mão parética, mas a sua melhora funcional só ocorreu após a aplicação da TRIM, Aumentando 3 pontos na avaliação Fugl-Meyer e diminuindo o tempo de realização das tarefa de até 67%. Não se observou mudanças no tônus segundo a Escala de Ashworth. (+1)</p>
<p>Efeito das terapias associadas de imagem motora e de movimento induzido por restrição na hemiparesia crônica: estudo de caso (2010)</p>	<p>TREVISAN e TRINTINAGLIA,</p>	<p>Pacientes c/ hemiparesia por sequela de AVE</p>	<p>Etapas: 1ª Exercícios ativos MS afetado + a terapia c/ espelho interposto entre os MMSS. 2ª Pratica mental. 3ª aplicada a TRIM utilizando tala restringindo o MS não afetado.</p>	<p>1ª 3x /sem. de 30' a 60' por 4 sem. 2ª 3x/sem. de 15' por 3 sem. 3ª 14 dias, 6h/dia..</p>	<p>Aumento significativo da ADM do MS e na força de preensão palmar (39,67%); obtendo redução de tempo (91,1%) p/ a realização das tarefas.</p>
<p>Qualidade de vida em mulheres após tratamento da incontinência urinária de esforço com fisioterapia (2007)</p>	<p>RETT et al.</p>	<p>IUE</p>	<p>Ex. de fortalecimento do assoalho pélvico + biofeedback eletromiográfico. As mulheres realizaram contrações do AP, totalizando +/- 200 contrações, em posições DD sentada e em pé.</p>	<p>26 12 sessões. 2 vezes/semana, durante 6 semanas consecutivas. As sessões foram individuais e com duração de 45 minutos.</p>	<p>42% mulheres das mulheres com IUE tratadas com fisioterapia 42% relatou diminuição da frequência urinária. 34,6% mulheres não relataram IUE. A noctúria e a urgência miccional, o resultando de maior significância 69,2% após o tratamento.</p>



<p>The Effects of Visual Feedback Training on Sitting Balance Ability and Visual Perception of Patients with Chronic (2013)</p>	<p>LEE at al.</p>	<p>Déficit de Equilíbrio (AVE)</p>	<p>TFV utilizando uma plataforma de força que permite que os pacientes verifiquem em tempo real o tempo, as suas posições e a localização do centro de gravidade durante alterações posturais sentado e Teste de Percepção Motora Livre (MVPT).</p>	<p>22</p>	<p>GC: 60 min, 5 dias por semana com duração de 4 semanas. GE: 30 min, 5 dias por semana com duração de 4 semanas.</p>	<p>O GE melhorou a capacidade de equilíbrio de 17%, em posição sentada estática e capacidade de equilíbrio sentado dinâmico.</p>
<p>Use of Visual Feedback in Retraining Balance Following Acute Stroke. (2000)</p>	<p>WALKER et al.</p>	<p>Hemiparesia (AVE)</p>	<p>Feedback Visual com software + balance master (16 pcts), Terapia convencional (16 pcts) e Grupo Controle 14 (pcts)</p>	<p>46</p>	<p>5 dias/sem. de 3 a 8 sem. 2h de terapia regular mais 30' feedback.</p>	<p>O Feedback Visual resultou semelhante a fisioterapia convencional c/ aumento na velocidade da marcha de 88%.</p>
<p>Visual feedback induces opposite effects on elementary centre of gravity and centre of pressure minus centre of gravity motions in undisturbed upright stance (2002)</p>	<p>ROUGIER</p>	<p>Mecanismos de Controle Postural (adultos saudáveis)</p>	<p>Feedback Visual plataforma de força +computador</p>	<p>12</p>	<p>5 ensaios de 64 segundos.</p>	<p>A diminuição do centro de deslocamentos de pressão observado através do feedback visual, inicialmente resulta em uma redução do centro de gravidade de movimentos e um aumento da diferença entre o centro de pressão e o centro de movimentos de gravidade, indicando o aumento da atividade muscular.</p>



Avaliação do equilíbrio em pacientes hemiparéticos após o treino após o treino com o programa Wii Fit. (2010)	BARCALA et al.	Equilíbrio em pacientes hemiparéticos (AVE)	Treino de equilíbrio com o programa WiiFit	12	Gr. Fisiot. convencional: 1h Grupo Wii: 30' fisiot. + 30' de treino equilíbrio c/ Wii Fit. 2x/ sem. durante 5 sem. 10 sessões.	A fisioterapia associada ao treino de equilíbrio (17%) c/ o Wii Fit® apresentou efeitos significantes na reabilitação dos indivíduos hemiparéticos.
---	----------------	---	--	----	--	---

No estudo feito por PEREIRA et al. foi demonstrado que após a intervenção com espelho mais protocolo de Shaping, que visa trabalhar movimentos funcionais do membro superior desde os mais grosseiros até movimento de pinça, uma paciente com AVE; apresentou melhora significativa de 38% na Escala Motor Activity Log (MAL) em relação a quantidade de movimento do superior parético e 33% na qualidade do mesmo. Porém na escala de Avaliação Motora de Fugl Mayer não demonstrou um aumento significativo do escore (16,7%).

YAVUZER et al. realizaram um estudo com 40 pacientes, sendo que o grupo que foi tratado com feedback visual com espelho apresentou melhora significativa na escala de auto-cuidado FIM de (12%) em relação ao grupo controle. Porém não houve diferença significativa na escala de MAS para melhora de espasticidade, assim como, no estudo de caso realizado por FIGUEIREDO et al., com uma jovem paciente com AVE, que foi avaliada pela escala Ashworth. Em contrapartida, o estudo de FIGUEIREDO et al. mostrou uma melhora nos movimentos da mão parética com a terapia de espelho, entretanto apenas houve a recuperação funcional após a Terapia de Restrição e Indução do Movimento com acréscimo de 3 pontos na escala de Fugl Mayer e com diminuição do tempo para realização das tarefas propostas. Um ano mais tarde, TREVISAN e TRINTINAGLIA também analisaram a associação da terapia com espelho e o movimento induzindo por restrição do membro superior parético de uma paciente com AVE, e foi demonstrado diferenças significativas, analisadas pela Escala de Avaliação Motora, que constatou uma diminuição de tempo para execução das tarefas propostas, chegando a reduzir até 91,1% na Escala de Avaliação Motora as atividades avançadas para



mão e aumentando a força de apreensão a palmar 39,67% após a terapia.

Outro recurso que está sendo muito usado para o feedback visual, é a terapia virtual. BÔAS et al. obtiveram melhoras na destreza de membro superior de 66% dos pacientes hemiparéticos por Paralisia cerebral (PC) e Traumatismo Craniano Encefálico (TCE), com o uso de um vídeo-game Nintendo WII, conseguindo melhoras, em média, de 95% na qualidade do movimento e 92,3% na frequência do uso do membro, avaliadas com a escala de MAL; e evolução de habilidades funcionais de 64% na escala de PEDI. Já TAVARES et al., associando jogos que potencializam força muscular, equilíbrio e função cardiorrespiratória, após a terapia convencional, mostraram que os dois pacientes com diparesia espástica estudados apresentaram aumento na escala PBS para equilíbrio de 12,5%, e de 3,14% na escala GMFM-88 para função motora grossa.

A melhora de equilíbrio com a influência do Nintendo WII também foi alta no estudo de caso de SCHIAVINATO et al., no qual, uma paciente com distúrbio cerebelar alcançou aumento de 23,21% de Berg, além de uma melhora na funcionalidade nas tarefas diárias analisadas pela escala de Barthel (10%) e Lawton (25%). No entanto, BRAGA et al. mostram que o treinamento sensório-motor utilizando Nintendo Wii e o treinamento com disco proprioceptivo é semelhante para o trabalho de controle postural e pacientes saudáveis, analisados pela avaliação de BESS para equilíbrio estático e a SEBT para equilíbrio dinâmico, sendo que esta teve resultados estatisticamente significativos, na qual ambos os grupos apresentam aumento de equilíbrio de 17%.

Também buscando investigar os efeitos do Treinamento de Feedback Visual (TVF) na capacidade de equilíbrio e percepção visual em paciente com sequelas de AVE na posição sentada, LEE et al. demonstrou que após a intervenção com TVF os pacientes do grupo experimental apresentaram melhora significativa da capacidade de equilíbrio sentada estática e dinâmica. Em testes de percepção visual motora (MVPT), após a intervenção, foi verificada uma melhora de aproximadamente 17% nesses pacientes. Já BARCALA et al. analisaram o comprometimento motor de indivíduos hemiparéticos pós AVE em três aspectos: equilíbrio, simetria corporal e funcionalidade. Após o treino de equilíbrio por biofeedback visual utilizando como recurso o Wii Fit®, demonstram que a fisioterapia associada



ao treino de equilíbrio com o recurso de biofeedback visual apresenta resultados significativos na reabilitação dos indivíduos hemiparéticos. Aqui o equilíbrio foi avaliado antes e após as intervenções, através da aplicação da escala de equilíbrio de Berg (EEB) pela estabilometria que mensura a oscilação do centro de pressão (COP), nos eixos ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML), por uma plataforma de pressão em duas condições, de olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF). De acordo com os dados demonstrados pela escala de Berg, evidenciou-se que os pacientes tanto do grupo controle quanto do grupo experimental, alcançaram um melhor controle do equilíbrio estático e dinâmico. Os pacientes apresentaram também uma diminuição na oscilação médio-lateral nas condições de olhos abertos e olhos fechados. Em contrapartida apenas o grupo experimental apresentou diminuição na oscilação ântero-posterior de OA e OF, evidenciando que o treino de equilíbrio associado ao programa de biofeedback visual (no caso Wii Fit®) é um recurso onde o indivíduo poderá alcançar melhor controle do equilíbrio estático e dinâmico, e diminuição das oscilações ML e AP.

WALKER et al. em seu estudo em pacientes com AVE agudo, demonstra não haver diferença nos resultados quando comparado o método de BFV (usando Balance Master composto de 2 plataformas de força posicionadas a lado, com transdutores montado ao longo da linha central anterior-posterior de cada prato, onde a saída é digitalizada e o software proporciona ao usuário um feedback sobre a localização do CoG e fisioterapia convencional, quando oferecido em estágios iniciais de reabilitação após o AVE na comparação do GC e GE, embora as duas aplicações demonstrem resultados positivos, como o aumento na velocidade de marcha cerca de 88%.

Ainda, a terapia com feedback visual, também vem sendo útil para tratamento de incontinência urinária. Rett e cols. demonstraram em um estudo com 26 mulheres com IUE, que 42% relataram diminuição da frequência urinária e 34,6% mulheres não relataram IUE após intervenção. A noctúria e a urgência miccional, apresentou um resultando de maior significância (69,2%) após o tratamento com aparelho de biofeedback eletromiográfico associados a exercícios de fortalecimento do assoalho pélvico.



Discussão

As diversas formas de abordagem terapêutica para o Biofeedback Visual demonstraram sua utilidade para diferentes disfunções com resultados muito variados. A literatura é vasta em estudos que abordam sua utilidade, desde o tratamento para pacientes neurológicos até a paciente com alterações uroginecológicas.

PEREIRA et al. acreditam que a intervenção com feedback visual do espelho, foi benéfico pois sugere a ativação do córtex pré-motor e áreas somatossensoriais, causando assim uma expansão das áreas topográficas cerebrais. Já FIGUEIREDO et al. acredita que apesar de Feedback com espelho mostrar bons resultados na recuperação motora, ainda não apresenta atividade funcional, sendo necessário uma terapia associada, como a Terapia de Restrição e Indução de Movimento (TRIM), para promover uma reorganização cortical atuando sobre a neuroplasticidade. Concordando com este estudo, o de TREVISAN e TRINTINAGLIA, também apresentou respostas positivas para diferentes modalidades de sensibilidades com a terapia com espelho, porém o melhor resultado também após o Movimento Induzido por Restrição. Estas terapias com associação da terapia de imagem motora e constantes estímulos verbais, favoreceram o processo de redescoberta do feedback interno, proporcionando, assim, ganho de mobilidade e coordenação, devido ao aumento da excitabilidade cortical e a neuroplasticidade induzida por tarefas funcionais. TREVISAN e TRINTINAGLIA acreditam ainda que o ganho da ADM foi devido ao ganho da força muscular adquirida pela prática dos movimentos durante a terapia, que por sua vez aumentou a excitabilidade do córtex motor ipsilateral.

YAVUZER et al. apontam que a ilusão de movimento normal do lado afetado, promovido pelo reflexo do membro sadio no espelho, pode auxiliar no recrutamento do córtex pré-motor e auxiliar a reabilitação através de uma conexão entre as áreas de entrada e pré-motora visual, causando uma excitabilidade do córtex motor primário.

Uma análise feita por DOHLE et al. a qual aponta que mesmo os efeitos da terapia com espelho serem atribuídos aos “neurônios espelhos”, apontam que a região occipital e parietal posterior



também foram ativadas, região esta, onde se localiza a área de Precuneus. it is sometimes called the quadrate lobe.

Os Neurônios espelhos estão localizados na área pré-motora e são ativados durante a observação de movimentos significativos. O Precuneus é a região que gets its name from its location just above the cuneate lobe. está envolvida na habilidades visuais-espaciais e estratégias de coordenação da atividade motora.

DOHLE et al. ainda apontam que as áreas pré-motoras podem ser ativadas bilateralmente, devido ao uso do membro sadio observado dando ilusão que as ações realizadas normalmente em ambos os membros.

Ainda o espelho, segundo VANICOLA et al. é muito utilizado em reabilitação postural em pacientes sadios, sendo uma estratégia em que o paciente visualiza sua própria postura, tomando consciência da mesma, ativando assim, a nível SNC estruturas sub-corticais. O mecanismo de detecção e correção dos erros, produzindo um sinal que enviará comandos motores de forma que a regulação da postura, até certo ponto, ocorra automaticamente.

A outra estratégia atualmente usada com intuito de obter feedback visual, é a realidade virtual. Esta simula situações e tarefas atuais, proporcionando estímulos desafiantes e motivação aos pacientes. Assim como foi apresentado no estudo de BÔAS et al., esta tática de tratamento promoveu melhora nas habilidades funcionais, tanto na frequência quanto na qualidade do movimento, de crianças hemiparéticas devido PC ou TCE, tratadas, acreditando que este ambiente virtual, oferece estimulação sensório motora, potencializando sinapses e ativando redes cerebrais específicas e reorganizando as áreas corticais lesionadas, agindo então, no principio da neuroplasticidade, devido treinamento constante e repetitivo.

Ainda nesse estudo foi constatada uma melhora no processamento visoespacial, ajudando na descarga de peso e no controle postural, coincidindo com estudo de TAVARES et. al. que acreditam que o Wii Balance Board, uma plataforma de equilíbrio do Nintendo Wii, que exige constantes mudanças posturais, é grande aliada na reabilitação, mas que este deve ser utilizada associada com



demais métodos e técnicas.

A plataforma WBB também é citada no estudo de BRAGA et al., realizado com pacientes saudáveis, sendo tão eficaz quanto ao tratamento de equilíbrio estático e dinâmico com disco proprioceptivo, desafiando o equilíbrio, agindo em várias estruturas responsáveis pelo controle postural e no sistema sensorio - motor. Da mesma forma, SCHIAVINATO et al. analisaram a influencia do WII FIT no equilíbrio em uma paciente com disfunção cerebelar, e observaram que esta apresentou melhora do equilíbrio após o tratamento com jogos que visam ajustes posturais ântero-posteriores e latêros-laterais, assim como controle de equilíbrio. Acreditam que este recurso auxilia na deficiência cerebelar, pois promove uma interação do paciente com a situação proposta pelo jogo, recebendo um feedback imediato, fazendo que ele crie estratégias para recuperar e/ou manter o equilíbrio.

BÔAS et al. ressaltam que apesar do videogame ser um dispositivo de motivação para o tratamento, este deve ser usado com cautela, pois, o uso contínuo e exagerado do mesmo podem acarretar dores e lesões musculares.

Na revisão feita por MONTEIRO JUNIOR et al. sobre efeito da reabilitação virtual em diferentes tipos de tratamento, foi apresentado melhoras de habilidades motoras em pacientes com sequela de AVE. Com evolução no equilíbrio corporal e ainda melhora no nível de dor acreditando que o efeito hipnótico promovido pela realidade virtual, desvia a atenção da dor para as tarefas geradas pelo ambiente.

BARCALA et al demonstra em seu estudo resultados significativos com a adoção do tratamento associado ao biofeedback visual com recurso de realidade virtual Wii Fit, além de envolver a constante auto correção pelo individuo durante as séries de tarefas motoras, no qual as habilidades de planejamento motor e controle motor são continuamente estimuladas e benéficas na plasticidade neural. Ainda que o biofeedback visual tenha demonstrado resultados positivos no estudo, pois oferece ao individuo a informação visual sobre a posição do CoG e os respectivos retornos referentes aos movimentos realizados através do monitor, e os testes aplicados também evidenciaram melhora, tem-se o biofeedback em plataforma virtual para tratamento em pacientes hemiparéticos como um meio



adicional de tratamento associado à fisioterapia convencional, sendo um recurso lúdico e interativo.

Ainda, em forma a avaliar a aplicação de biofeedback na melhora do equilíbrio, nos casos em que as disfunções são geradas após AVE ou lesões do SNC, podemos observar resultados significativamente positivos, entretanto inconclusivos, não pelo resultado apresentado, mas pela quantidade de estudos dedicados ao assunto, não atingindo um volume estatístico suficiente para então conclusão do mesmo, todavia os resultados apresentam elevada melhora ao paciente e em geral é percebida pelos pacientes como agradável, de forma a associar o treino com lazer, quando adotado técnicas de RV, uma vez que a maioria dos pacientes com essa limitação abole atividades de lazer, o que é um direito humano e que impactam diretamente na qualidade de vida.

Com a constante evolução tecnológica foi lançado no mercado o Kinect que permite a interpretação de movimentos captada pela câmera do aparelho no determinado espaço sem necessidade de um dispositivo. Trata-se de mais uma ferramenta de Realidade virtual, com inúmeras possibilidades de interação, se adequando a condição física do paciente, como demonstrado por ROCHA et al.

WALKER et al. ainda que obtendo resultado significativo em seu estudo, argumenta sobre a não superação do treinamento de BFV à terapias convencionais, uma vez que a melhora pode estar relacionada à melhora voluntária do paciente, visto que pode ser extremamente difícil detectar diferenças de desempenho atribuíveis nas especificidades de intervenções complementares, porquanto a recuperação espontânea após o AVE ocorre entre os três e seis primeiros meses, todavia durante este período, pacientes que receberam atendimento especializado, apresentaram melhora na capacidade funcional se comparado com os pacientes com AVE, que são tratados em enfermarias gerais. Acredita-se que a informação visual pode compensar a perda sensório-motora e, com o treinamento, os indivíduos podem assimilar a informação, estabelecendo assim um programa motor central, tais que o feedback externo não seria mais necessário, em contraponto em estudo realizado por SACKLEY, citado no mesmo artigo, relatou que com o término do tratamento em oito semanas o benefício diferencial inicial de formação BFV foi perdido, sugerindo que essa formação não conseguiu melhorar a aprendizagem ou a habilidade de retenção, diferentemente da capacidade de retenção em indivíduos



saudáveis, como evidenciado por escores mais altos em testes de retenção em comparação aos indivíduos hemiparéticos.

A aplicação do BFV no controle postural em indivíduos saudáveis também apresentou resultados positivos como demonstra ROUGIER P, onde após a aplicação de métodos de BFV em uma plataforma de força triangular, obteve-se ligeira diminuição da rigidez articular resultante, enquanto o centro de gravidade horizontal (CoGh) amplitude de movimento está diminuído. O resultado da investigação demonstra uma significativa diminuição na influência de amplitudes quando os indivíduos podem visualizar o seu próprio deslocamento no centro de pressão (CoP) em tempo real em uma tela de computador. O autor demonstra que pela alteração da CoP em dois componentes elementares, destacou-se os efeitos biomecânicos e neurofisiológicos do BFV. Apesar de um aumento inicial da aceleração horizontal comunicada ao (CoGh), o BFV, no entanto, diminui ativamente a quantidade de influência de amplitudes, destacando seu efeito poderoso sobre o controle nos mecanismos de movimentos roda dentada.

Nota-se um volume expressivo de estudos em pacientes pós AVE de forma a analisar as funcionalidades em indivíduos hemiparéticos e comparando a terapia de biofeedback e a convencional, onde as duas interferências apresentam resultados satisfatórios, de forma a disponibilizar mais um recurso terapêutico na fisioterapia, consistindo em dois métodos de reabilitação apropriados para o treino das atividades funcionais. Sendo assim, tanto a fisioterapia convencional quanto a fisioterapia acompanhada com o treino de equilíbrio por biofeedback visual proporcionam melhora expressiva no equilíbrio, na simetria corporal e na funcionalidade em indivíduos hemiparéticos pós AVE.

No tratamento da Incontinência urinária, o aparelho de biofeedback, serve como conscientização e controle seletivo dos músculos do assoalho pélvico, já que os indivíduos podem não ser capazes de contrair satisfatoriamente essa musculatura apenas com o comando verbal, assim mostrado por RETT et al. O aparelho informa ao paciente com sinais visuais a atividade do músculo que está sendo contraído potencializando os efeitos dos exercícios perineais.

Como uma forma mais atrativa, existe atualmente no mercado aparelhos de Biofeedback



uroginecológico com jogos animados, que embora seja tão eficiente quanto ao tradicional, induz o paciente a realizar a terapia de forma mais quantitativa devido à atração e a motivação promovida pela animação, principalmente em tratamentos realizados com crianças como analisado por KAYE e PALMER.

Finalmente, o Biofeedback Eletromiográfico, além de ser utilizado em tratamentos neurológicos, também é muito empregado na reabilitação ortopédica, como apontado por GIGGINS et al., a fim de detectar uma alteração na atividade do músculo esquelético, o que é então percebida de volta pelo paciente através de sinal visual ou auditivo, captados por eletrodos localizados na pele, permitindo que o paciente modifique estes sinais através da contração muscular. Este é aplicado juntamente com a terapia convencional, a fim de implicar o fortalecimento muscular, relaxamento de músculos hiperativos, aprendizado ou reaprendizado dos movimentos, melhora na coordenação motora, melhora na percepção dos movimentos e, embora ainda questionável, na diminuição da dor.

Conclusão

A utilização do biofeedback visual na reabilitação apesar de mostrar bons resultados na recuperação motora, por oferecer ao indivíduo a informação visual sobre a sua posição e os respectivos retornos referentes aos movimentos realizados, ainda não apresenta uma grande atividade funcional. Desta forma, este recurso, pode se tornar um meio adicional de tratamento associado à fisioterapia convencional, por ser um recurso lúdico e interativo. É interessante dizer que é um recurso de ampla aplicação em grande variedade de efeitos e resultados e que ainda tem muito a ser explorado.

Referências

ANDRADE, A.; LUFT, C. B.; ROLIM, M. K. S. B. O desenvolvimento motor, a maturação das áreas corticais e a atenção na aprendizagem motora. Publicado em: Revista Digital, Ano 10, Nº 78. Buenos Aires, 2004.



BARCALA, L. COLELLA, F. et al. Evaluation of functionality in hemiparetic patients after balance training with the Wii Fit program. *Clinical and Experimental Medical Letters*, 2010; 51(2): 141-145.

BÔAS, A. V. FERNANDES, W. L. M. et al. Efeito da Terapia Virtual na Reabilitação Motora do Membro Superior de Crianças Hemiparéticas. *Rev Neurocienc* 2013; 21(4): 556-562.

BOVE, S. R. K. GUIMARÃES, A. S. SMITH, R. L. Caracterização dos pacientes de um ambulatório de disfunção temporomandibular e dor orofacial. *Rev. Lat. Am. Enfermagem*, 2005.

BRAGA, M. M. NUNES G. S. et al. Treinamento sensório-motor com Nintendo Wii® e disco proprioceptivo: efeitos sobre o equilíbrio de mulheres jovens saudáveis; *R. bras. Ci. e Mov.* 2012;20(3):37-45.

BRICOT, B. *Posturologia*, 3ª Edição. Ed. Icone. São Paulo. 2001.

BUCHANAN J. J. HORAK F. B. Emergence of postural patterns as a function of vision and translation frequency. *J Neurophysiol* 1999; 81: 2325-39

CABALLO, V. E. *Manual de Técnicas de Terapia e Modificação do Comportamento*. v. 2. Reimpressão – São Paulo: Editora Santos, 2007. p. 335 – 358.

CRUZ, C. F. Biofeedback e exterocepção no controle do movimento humano voluntário. Publicado em: *Revista Digital*, Ano 10, Nº 88. Buenos Aires, 2005.

DE SÁ, A. A. R., SOARES, A. B., PARREIRA, F. J. & OLIVEIRA, S. R. J. Uma Proposta de um Sistema Computacional em Tempo Real para Biofeedback. 2004.

DICIONÁRIO Médico. *DicionárioMédico.com*, 2014. Disponível em: <<http://www.xn--dicionariom-dico-0gb6k.com/paresia.html>>. Acesso em: 11 maio 2014.

DANGELO, J G. *Anatomia Sistema e Segmentar*. 3ª Ed. – São Paulo: Editora Atheneu, 2007. p. 55-108.

DOHLE, C. PÜLLEN, J. et al. Mirror Therapy Promotes Recovery From Severe Hemiparesis: A



Randomized Controlled Trial. Neurorehabil Neural Repair OnlineFirst, published on December 12, 2008.

FIGUEIREDO, P. MEDINA, R. et al. A terapia de restrição e indução do movimento em paciente hemiparético crônico após a utilização da técnica de mirror visual feedback. *Fisioterapia Ser.* Vol. 4 - nº 4, 2009. p. 258.

GOULART, F.; VASCONCELOS, K.S.S.; PONTES M. A utilização do biofeedback no tratamento fisioterápico da paralisia facial periférica. *Acta Fisiátr.* 2002; 9(3): 134-140.

GIGGINS, O. M.; PERSSON, U. M.; CAULFIELD, B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2013, 10.1: 60.

GUIZZO, J. Série Atlas Visuais, Anatomia Humana. 1ªEd. Editora Ática, São Paulo, 2002.

GOBBI, L. T. N. e cols. Núcleos da base e controle locomotor: aspectos neurofisiológicos e evidências experimentais. XI Congresso Ciência do Desporto e Educação Física dos países de língua portuguesa. Publicado em: *Rev. Bras. Educ. Fís.*, São Paulo, v.20, p. 97-101, set. 2006. Suplemento n.5.

GULFIER, B. C. Análise da Oculomotricidade em sujeito com e sem inclinação lateral da cabeça. 126f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2008.

GUYTON, A. C. *Fisiologia Humana*. 6ª Ed. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan, 1988.

KAYE, J. D. PALMER, L. S. Animated Biofeedback Yields More Rapid Results Than Nonanimated Biofeedback in the Treatment of Dysfunctional Voiding in Girls. *The journal of urology*. Vol. 180, 300-305, July 2008.

KLEINER, A. F. R. e cols. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. Publicado em: *Rev. Neurociência* 2011; 19(2): 349-357.

LEE, S. W. SHIN, D. C. SONG, C. H. The Effects of Visual Feedback Training on Sitting Balance Ability and Visual Perception of Patients with Chronic Stroke. *J. Phys. Ther. Sci.* 25: 635–639, 2013.



LOPES, A. Dicionário de Fisioterapia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

MACHADO, A. B. M. Neuroanatomia funcional. 2ª Ed. – São Paulo: Editora Atheneu, 2006. p. 7-16 / 59-74.

MICHAELIS. Dicionário. Editora Melhoramentos, 2009. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/ingles/index.php?lingua=ingles-portugues&palavra=feedback>>. Acesso em: 11 maio 2014.

MONTEIRO JUNIOR, R. S. CARVALHO. R. J. P. et al. Efeito da reabilitação virtual em diferentes tipos de tratamento. Revista Brasileira de Ciências da Saúde, ano 9, nº 29, jul/set 2011.

MYERS. D. Sensação e Percepção, Capítulo 6 do livro Psicologia. 9ª Ed. Rio de Janeiro. Editora LTC. 2012.

MOCHIZUKI, L; AMADIO, A. C. As informações sensoriais para o controle postural. Publicado em: Fisioterapia em Movimento, Curitiba, v.19, n 2, P. 11-18, abr/ jun., 2006.

NETO, J. B. Neurofisiologia e plasticidade no córtex cerebral pela estimulação magnética transcraniana repetitiva. Publicado em: Rev. Psiq. Clin. 31 (5) 216-220. Ano 2004.

NEVES NETO, A. R. Biofeedback em terapia cognitivo-comportamental. Arq. Med. Hosp. Fac. Cienc, Med. Santa Casa São Paulo, 2010; 55(3): 127-32

PEREIRA, A. F. SILVA, A M. et al. Terapia Espelho na Reabilitação do Membro Superior Parético – Relato de Caso. Rev Neurocienc 2013; 21(4): 587-592.

PEREIRA, C. U.; SANTOS, A. C. L.; Nervo oculomotor: Anatomia, Fisiologia e Clínica. Publicado em: Rev. Cir. Traumatol. Buco-maxilo-Fac., Camaragibe v. 12, n.2, p. 93-104, Abr/Jun, 2012.

PINHEIRO, M. Fundamentos da Neuropsicologia: O Desenvolvimento Cerebral da Criança. 15f. Publicado em: Vita et Sanitas, Trindade/Go, v.1, n. 01, 2007.

PINHEIRO BF, FRANCO GR, FEITOSA SM, et al. Fisioterapia para consciência perineal: uma comparação entre as cinesioterapias com toque digital e com auxílio do biofeedback. Publicado em:



Fisioter Mov. 2012 jul/set;25(3):639-48.

PRENTICE, W. E. Modalidades Terapêuticas em Medicina Esportiva. 1º Ed. – São Paulo: Editora Manole Ltda, 2002. p.131-132/ 141.

RETT M. T. SIMÕES, J. A. et al. Qualidade de vida em mulheres após tratamento da incontinência urinária de esforço com fisioterapia. Rev Bras Ginecol Obstet. 2007; 29(3): 134-40.

RIBAS, G. C. Considerações sobre a evolução filogenética do sistema nervoso, o comportamento e a emergência da consciência. Publicado em: Rev. Bras Psiquiatr. 2006; 28(4): 326-38.

RICE, D; BARONE JR. S. Critical Periods of Vulnerability for the Developing nervous System: Evidence from Humans and Animal Models. Environmental Health perspectives, Vol. 108, Supplement 3. June 2000.

ROCHA, P. R. DEFAVARI, A. H. BRANDÃO, P. S. Estudo da viabilidade da utilização do Kinect como ferramenta no atendimento fisioterapêutico de pacientes neurológicos. XI SBGames. Brasília, DF, Brazil. November 2nd - 4th, 2012.

ROUGIER, P. Visual feedback induces opposite effects on elementary centre of gravity and centre of pressure minus centre of gravity motions in undisturbed upright stance. Clinical Biomechanics 18 (2003) 341–349.

SCHIAVINATO, A. M. BALDAN, C. et al. Influência do Wii Fit no equilíbrio de paciente com disfunção cerebelar: estudo de caso. J Health Sci Inst. 2010; 28(1): 50-2

SHEPHER, R. B. Fisioterapia em Pediatria. 3ª Ed. Editora Santos. São Paulo, 1995.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. Controle Motor: Teoria e aplicações práticas. 3ª Ed. Barueri, São Paulo. Ed. Manole, 2010.

SOARES, A. V.; A contribuição Visual para o controle postural. Publicado em: Rev. Neurocienc. 2010; 18(3): 370-379.

TAVARES, C. N. CARBONER, F. C. et al. Uso do Nintendo® Wii para Reabilitação de Crianças



com Paralisia Cerebral: Estudo de Caso. Rev Neurocienc 2013; 21(2): 286-293.

TREVISAN, C. M. TRINTINAGLIA, V. Efeito das terapias associadas de imagem motora e de movimento induzido por restrição na hemiparesia crônica: estudo de caso. Fisioterapia e Pesquisa, São Paulo, v.17, n.3, p.264-9, jul/set. 2010.

UMPHRED, D. A. Reabilitação Neurológica. 4ª Ed. Barueri, São Paulo. Ed. Manole, 2004.

VALENTE JUNIOR, A. A.; BUSATTO FILHO, G. Aspectos neurorradiológicos do transtorno obsessivo-compulsivo: o papel dos gânglios da base. Publicado em: Rev. Bras. Psiquiatr. 2001; 23 (Supl II): 42-5.

VAN DE GRAAF, K. M. Anatomia humana. 6ª Ed. Barueri, São Paulo. Ed. Manole, 2003.

VANICOLA, M. C. TEIXEIRA, L. Reeducação da postura corporal. Motriz, Rio Claro. V.13 n.4 p. 305-311, out/dez. 2007.

WALKER, C. BROUWER, B. J. CULHAM, E. G. Use of Visual Feedback in Retraining Balance Following Acute Stroke. Physical Therapy. Volume 80. Number 9. September 2000.

YAVUZER, G. SELLES, R. et al. Mirror Therapy Improves Hand Function in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil Vol 89, March 2008.

