

DISPOSITIVO INERCIAL PARA MENSURAR O EQUILÍBRIO CORPORAL HUMANO

BREVE APRESENTAÇÃO

[001] Refere-se o presente pedido de patente de invenção de um inédito **DISPOSITIVO INERCIAL PARA MENSURAR O EQUILÍBRIO CORPORAL HUMANO**, notadamente de dispositivo inercial que realiza o monitoramento em tempo real da oscilação do centro de massa corporal, o qual é constituído de sistemas microeletromecânicos, e propõe o monitoramento da oscilação do corpo humano por *biofeedback*, ou seja, o dispositivo mensura o deslocamento da oscilação corporal espontânea durante diversas posturas, que por meio de interação com interface gráfica de um computador, o mesmo promove a retroalimentação visual e sensitiva para autocorreção postural, podendo ser utilizado como instrumento de avaliação e tratamento associado às terapias de reabilitação, esporte e saúde. O *hardware* do sistema é fixado dentro de uma caixa, e aderido ao corpo humano, sendo o sistema composto por dois dispositivos.

CAMPO DE APLICAÇÃO

[002] O campo de aplicação da invenção ora pleiteada, é voltado ao setor da engenharia de software, engenharia médica, medicina preventiva, sistemas eletrônicos de Medida e de Controle e, mais especificamente, sistemas Microeletromecânicos Inerciais.

CONVENCIMENTO

[003] Segundo o relatório da Organização Mundial da Saúde, aproximadamente 28-35% das pessoas com idade de 65 anos ou mais sofrem quedas todos os anos e este número aumenta 32-42% em idosos com mais de 70 anos. De acordo com o Center for Disease Control and Prevention (CDC) nos Estados Unidos, o número de mortes por queda não intencional aumentou aproximadamente 35% entre 2005 e 2014.

[004] É importante ressaltar que segundo o relatório das Nações Unidas, a população mundial idosa está aumentando em números e proporções, o que tende a ser a maior transformação social do século XXI e, portanto, ocasiona transformações nos diversos setores da sociedade.

[005] Entre os anos de 2015 e 2030, o número da população com 60 anos está projetado para aumentar em 56%, de 901 milhões para 1.4 bilhões. E o número da

população de pessoas idosas desta faixa etária está projetado para dobrar, alcançando aproximadamente 2.1 bilhões em 2050. Tratando-se da população de 80 anos, encontra-se em crescimento ainda mais acelerado e as projeções indicam que em 2050 a população global nesta faixa etária tende alcançar 434 milhões, isto é, esta população triplicará no período de 2015 a 2050.

[006] No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o índice de envelhecimento aponta 75% da população adulta até 2030 e, segundo as Nações Unidas, haverá um crescimento de 71% na população idosa de 60 anos, para o mesmo período. Observa-se também, segundo relatório do IBGE em uma projeção para 2030, que há uma diminuição na proporção de indivíduos jovens na faixa etária de 10-14 anos e aumento na faixa etária de 65 anos ou mais, portanto, conclui-se que a população idosa no Brasil tende a aumentar significativamente, e conseqüentemente, há necessidade crescente de cuidados com esta população.

[007] Ao passo que a população idosa vem aumentando significativamente, é importante que se desenvolvam políticas e serviços que melhorem a qualidade de vida dos mesmos. Observando-se o crescimento populacional de idosos, bem como a qualidade de vida do idoso, estudos recentes mostram que a análise da marcha humana, para observação da oscilação do corpo humano, traz informações preciosas para o tratamento clínico da prevenção da perda de equilíbrio dinâmico e estático em idosos saudáveis. Dentre as diversas abordagens do estudo da marcha humana, destaca-se a tecnologia de sistemas microeletromecânicos inerciais, em especial, devido à possibilidade de *biofeedback* instantâneo da acelerometria utilizada como instrumento para mensurar a atividade física e o impacto na estrutura do corpo humano em movimentos específicos. Atualmente, sistemas microeletromecânicos inerciais são amplamente utilizados em aplicações médicas, automotivas, equipamentos esportivos, militar e industrial.

DO ATUAL ESTADO DA TÉCNICA

[008] O atual estado da técnica antecipa alguns documentos de patente que versam sobre a matéria em apreço, como o documento US9558399B1, que descreve um dispositivo configurado para fornecer *biofeedback* no braço oscilante durante o andar, correr, ou outras atividades de movimento. O dispositivo inclui meios de detecção de

movimento configurado para detectar o movimento de um braço de um utilizador, durante uma atividade de movimento e de saída de um ou mais sinais com base no movimento do braço detectado; meios computacionais configurados para calcular um ângulo de braço oscilante do braço do utilizador usando os referidos um ou mais sinais produzidos por meios de detecção de movimento; e um ou mais dispositivos de sinalização operativamente acoplados aos meios de detecção de movimento e meios computacionais, os um ou mais dispositivos de sinalização configurados para emitir um ou mais sinais para o utilizador que se baseiam no ângulo braço oscilante computadorizada do utilizador de modo a proporcionar *biofeedback* para o usuário em relação braço oscilante. A utilização de dois dispositivos, um em cada braço de um utilizador é também aqui divulgada.

[009] O documento, US9544407B2, um dispositivo de comunicação portátil, como um telefone celular, inclui um mecanismo tátil de alerta novela capaz de alertar o usuário de uma comunicação recebida ou outro evento. Um mecanismo giroscópio está acoplado a um invólucro do dispositivo de comunicações portátil e controlado por um processador. O processador é configurado para controlar uma velocidade de rotação do mecanismo giroscópio com base no recebimento de um alerta de uma chamada ou mensagem, ou a detecção de uma queda. O mecanismo giroscópio pode girar para cima ou para alterar um estado de spin para fornecer um sinal tátil através do invólucro do dispositivo de comunicações, por transmitir força estabilizadora para a habitação que pode ser sentida por uma pessoa que usa o dispositivo de comunicação, ou para alterar a orientação do dispositivo ao cair.

[010] O documento US9531415B2, que mostra sistemas e métodos relacionados, fornecendo para determinar atividades de indivíduos são aqui discutidos. Circuito pode ser configurado para receber sem fios, sinais de identificação de uma pluralidade de marcas de localização RF. Duas ou mais etiquetas de localização RF podem ser posicionadas sobre um indivíduo, tais como em posições que podem definir pelo menos parcialmente uma estrutura humana. O circuito pode ser configurado para correlacionar as duas ou mais marcas de localização de RF com o indivíduo. Os dados de localização para cada um das duas ou mais marcas de local de RF pode ser determinada com base nos sinais tag recebidos. Uma atividade do indivíduo pode ser

determinada com base nos dados de localização. Em algumas formas de realização, uma ou mais atividades que envolvem vários indivíduos podem ser determinadas com base em marcas de RF a localização e sensores posicionados em cada um dos vários indivíduos. Além disso, os dados de sensor provenientes dos sensores podem ser comunicados através do canal de UWB.

[011] O documento US9282893B2, mostra uma peça de roupa com comunicações que inclui uma ou mais entradas selecionáveis pelo usuário integrado no vestuário. Um aparelho de comunicações indumentário pode incluir um material flexível que é usado (por exemplo, como uma roupa interior) pelo utilizador e inclui um ou mais sensores interativos que podem ser ativados manualmente por um utilizador, mesmo através de uma ou mais camadas intervenientes de roupa. O aparelho pode também incluir um ou mais sensores adicionais do corpo configurado para detectar posição, o movimento de um utilizador, e/ou estado fisiológico. Os sensores podem ser ligados através de uma pista condutora sobre a peça de vestuário de um módulo sensor para a análise e/ou de transmissão. Os métodos de fabrico das peças de vestuário, bem como métodos de utilização das peças de vestuário são também descritos.

[012] O documento US9282893B2, mostra dispositivos de monitorização biométricas, incluindo várias tecnologias que podem ser implementadas em tais dispositivos, são aqui discutidos. Além disso, as técnicas para a utilização de giroscópios em dispositivos de monitorização biométricos são fornecidos. Tais técnicas podem, em algumas implementações, envolver a obtenção de métricas de natação sobre contagem de acidente vascular cerebral ciclo, contagem de colo, e tipo acidente vascular cerebral. Tais técnicas podem também, em algumas implementações, envolver a obtenção de medidas de desempenho para as atividades de ciclismo.

[013] Os documentos mencionados acima, retratam as mais diversas formas de aplicações de sensores inerciais, como no ramo automobilístico, no sistema de monitoração remota e sistema de detecção de movimentação do corpo humano por meio de sensores capacitivos. Semelhanças quanto à finalidade do objetivo principal retratam práticas que implicam em exercícios que fortalecem a musculatura necessária para manutenção do equilíbrio, aumento das condições independentes da vida diária e também aumento na qualidade de vida, contudo, utilizando outros métodos. Os

resultados para equipamentos que melhoram o condicionamento físico e mental do praticante, ainda assim, não apresentam sensores inerciais em sua constituição. Os resultados aferidos relacionados a aparelhos de *biofeedback* clínico têm como características possuir oscilador mecânico, estimulação tátil e aferição de temperatura corporal detectada por eletrodos. Os registros encontrados não apresentam conflitos com o presente pedido de patente, pois nenhum dos resultados citados trata-se um dispositivo capaz de mensurar a oscilação do centro de massa corporal, o deslocamento da oscilação corporal espontânea durante diversas posturas e, por meio de interação com interface gráfica de um computador, promover a retroalimentação visual e sensitiva para autocorreção.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

[014] É objetivo da presente invenção propor um dispositivo capaz de mensurar a oscilação do centro de massa corporal, bem como, o deslocamento da oscilação corporal espontânea durante diversas posturas e, por meio de interação com interface gráfica de um computador, promover a retroalimentação visual e sensitiva para autocorreção;

[015] É objetivo da presente invenção propor uma aplicação específica no auxílio da fisioterapia em idosos saudáveis, que contribui para o fortalecimento de uma unidade integrada composta de 29 pares de músculos que suportam o complexo quadril-pélvico-lombar, denominada CORE, o fortalecimento do CORE favorece ao indivíduo maior controle postural e, portanto, maior equilíbrio dinâmico e estático.

DA INVENÇÃO

[016] Ciente do estado da técnica, suas lacunas e limitantes, o inventor, após estudos e pesquisas criou o **DISPOSITIVO INERCIAL PARA MENSURAR O EQUILÍBRIO CORPORAL HUMANO**, em que o dispositivo inercial compreende um sistema microeletromecânico portátil e de fácil utilização. O qual afere, em interfaces gráficas, o deslocamento e oscilação de um indivíduo quando submetido a exercícios físicos previamente estabelecidos, onde, dois dispositivos são fixados no corpo humano, um deles no centro de massa corporal e o outro no tórax anterior, os quais desempenham o papel de referência para medir a variação da oscilação do indivíduo.

[017] O estudo da trajetória do centro de massa do corpo humano é realizado para compreender os mecanismos de controle postural em diferentes ações motoras, sendo que para mensurar a oscilação alguns instrumentos e métodos são utilizados na pesquisa postural, portanto, o dispositivo inercial é capaz de aferir deslocamento e oscilação e pode ser comparado à plataforma de força, instrumento este atualmente utilizado para medir as oscilações do corpo durante a postura ereta. Assim, a proposta deste dispositivo é aferir resultados muito próximos aos resultados da plataforma de força com custos extremamente reduzidos popularizando, assim, a manutenção do equilíbrio humano.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[018] Para melhor entendimento, seguem em anexo os desenhos, os quais estão relacionados abaixo.

Fig. 1: Vista esquemática do dispositivo inercial para mensurar o equilíbrio corpora humano, mostrando o mesmo aplicado na região do tórax do um usuário.

Fig. 2: Vista esquemática do dispositivo inercial para mensurar o equilíbrio corpora humano, mostrando o mesmo aplicado na região de centro de massa corporal do usuário;

Fig. 3: Vista esquemática do dispositivo inercial para mensurar o equilíbrio corpora humano, mostrando uso;

Fig. 4: Diagrama de blocos, referente ao dispositivo inercial para mensurar o equilíbrio corpora humano.

DA DESCRIÇÃO TÉCNICA DETALHADA DA INVENÇÃO

[019] O **DISPOSITIVO INERCIAL PARA MENSURAR O EQUILÍBRIO CORPORAL HUMANO**, objeto deste pedido de patente de invenção, refere-se a dois dispositivos inerciais (1) e (1') os quais mensuram o equilíbrio corporal humano de um paciente (H).

[020] Mais particularmente, a figura 3, trata das dimensões do compartimento do dispositivo inercial (1) composto por um hardware dotado de unidades inerciais, a critério de exemplo, pois as dimensões podem variar. O conjunto é composto por dois dispositivos, sendo um dispositivo inercial (1) fixado na região do tórax anterior (2) (figura 1), e outro dispositivo inercial (1') na região de centro de massa corporal (3) (figura 2). A figura 4, representa os seguintes elementos: dispositivo inercial (1)

localizado no tórax anterior (2) do paciente (H), em que o dispositivo inercial (1') é localizado no centro de massa corporal (3) do paciente (H), o qual representa o sistema de *biofeedback* (4) ângulo de inclinação corporal frontal (5) ângulo de inclinação corporal lateral (6) posição do centro de massa corporal (3) do paciente (H) no eixo y (7) posição do centro de massa corporal (3) do paciente no eixo x, (8) área de deslocamento do centro de massa corporal (3) origem do plano xy, (7) e (8) posição do centro de massa corporal (3) no plano xy (7) e (8) obtido por meio de inclinação corporal lateral (6) e posição do centro de massa corporal (3) do paciente no eixo y (7). [021] O funcionamento do sistema, conforme figura 4, é definido da seguinte forma: o dispositivo inercial (1) servirá de referência para o dispositivo inercial (1'), que realizará a aferição dos ângulos (5) e (6), e combinado às posições (9) e (10) resultará na oscilação do centro de massa corporal (3) situada dentro de uma área de deslocamento do centro de massa corporal (3), e por meio da ferramenta de *biofeedback* (4) o paciente (H) poderá realizar a autorregulação dos seus movimentos, uma vez que a oscilação do centro de massa corporal (3) é reportada em tempo real e pode ser processada e então analisada por um profissional da fisioterapia.

[022] Conforme, a figura 5, o paciente (H), a partir de estímulo visual, executa uma atividade motora que é aferida pelo conjunto de dispositivos inerciais (1) (1'). O equipamento (E) dos dispositivos inerciais (1) e (1') realizam a aferição da oscilação corporal a partir da aferição visual (13) e sensitivo-motora (14) e referência e visual (12) do paciente (H) envia para um monitor (M). A análise de equilíbrio corporal é feita a partir de uma referência e autorreguladas pelo paciente (H), caso necessário. O processo de autorregulação do sistema pelo paciente (H) é denominado *biofeedback* (4).