



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0903268-1 A2**

(22) Data de Depósito: 03/09/2009
(43) Data da Publicação: 10/05/2011
(RPI 2105)



* B R P I 0 9 0 3 2 6 8 A 2 *

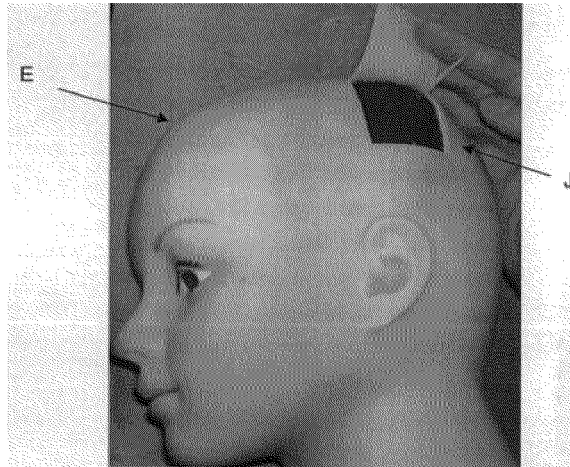
(51) *Int.Cl.:*
A61B 8/00
G09B 23/28

(54) Título: **SIMULADOR DE CABEÇA PARA USO EM NEUROCIRURGIA**

(73) Titular(es): Universidade de São Paulo - USP

(72) Inventor(es): Antonio Adilton Oliveira Carneiro, Tenysson Will de Lemos

(57) Resumo: SIMULADOR DE CABEÇA PARA USO EM NEUROCIRURGIA. Trata a presente invenção de um simulador de cabeça para uso em neurocirurgia que compreende uma parte externa (E) formada de material inerte e que simula a cabeça e o pescoço de um adulto; e no interior da parte externa (E) cérebro (2.1), diencéfalo (2.2), mesencéfalo (2.3), ponte (2.4) conectada ao bulbo encefálico (2.6) e envolvida pelo cerebelo (2.5) com morfologia idêntica à morfologia de um ser humano e com características físicas que permitem o imageamento tanto por ressonância magnética quanto por ultrassonografia.





SIMULADOR DE CABEÇA PARA USO EM NEUROCIRURGIA

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere em geral a um *simulador (phantom)* para treinamento e, em particular, a um *simulador (phantom)* de cabeça que permite o
5 treinamento cirúrgico em tempo real. Com a presente invenção é possível realizar
treinamento de ultrassom cerebral para gerar diagnóstico em tempo real durante uma
neurocirurgia, assim como propiciar o treinamento de neurocirurgiões em incisões
cerebrais de alta complexidade, de modo a substituir o paciente/voluntário, em estado de
risco. A presente invenção também é muito vantajosa no ensino de médicos residentes
10 ou estudantes de especialização em neurocirurgia e ultrassom neurológico, evitando
riscos inerentes ao uso de paciente/voluntário e permitindo a repetição quantas vezes
necessárias para o ensino de profissionais, possibilitando um treinamento mais eficiente
e de risco zero.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

15 Atualmente, a metodologia de treinamento por *simulador (phantom)* é, ainda,
pouco utilizada e não visa substituir totalmente os procedimentos usados nos
treinamentos de incisões cirúrgicas, uma vez que nenhum dispositivo do estado da
técnica é capaz de substituir um paciente por completo. Mas o uso de
pacientes/voluntários apresenta riscos inerentes à ação proposta e/ou desagradáveis aos
20 pacientes/voluntários como nos casos, por exemplo, de biópsia em mama, um
procedimento doloroso ao paciente, que muitas vezes deve ser repetido para que o
estudante aprenda efetivamente a técnica. Para um estudante inexperiente é
importantíssimo que determinada técnica seja explorada ao máximo e isso não é possível
se feito em pacientes/voluntários. Portanto, é de grande valia a proposta de produtos que
25 permitam esta exploração, de modo simulado, sem riscos, até que o treinado esteja
seguro de si e em condições plenas para aí sim experimentar a técnica em seres vivos.
Assim craniotomias, neurocirurgias de quaisquer regiões do encéfalo seja por qualquer
doença, podem ser exploradas com o uso de um *simulador (phantom)*. Assim, a
investigação por imagens de ultrassom e a comparação destas com as imagens de
30 ressonância magnética, as quais são parâmetros fundamentais para o planejamento pré-
cirúrgico, possibilita ao cirurgião uma visão mais completa dos problemas
neurocirúrgicos.

O documento US 5.055.051, publicado em 08/10/1991, "Semi-anthropomorphic
biliary/renal training phantom for medical imaging and lithotripsy training", descreve em
35 sua modalidade preferida um *simulador (phantom)* que é elipsóide no formato e cheio de
um material equivalente a tecido que tem o mesmo coeficiente de atenuação e a mesma

velocidade do som que o fígado humano. Este documento é voltado para um *simulador (phantom)* para treinamento de técnicos e médicos na localização por ultrassom ou raio X de cálculos renais e biliares.

5 O documento US 5.312.755, publicado em 17/05/1994, "Contrast resolution tissue mimicking phantoms for nuclear magnetic resonance imaging with stable NMR properties", descreve um *simulador (phantom)* que imita tecidos para geradores de imagem por NMR (Nuclear Magnetic Resonance) tendo um material de base de imitação de tecido encerrado dentro de um recipiente fechado. O material de base de imitação de tecido é um gel solidificado de uma mistura de ágar, gelatina de couro animal, água, glicerol e agentes antibactericidas.

10 O documento US 6.318.146, publicado em 20 de novembro de 2001, "Multi-imaging modality tissue mimicking materials for imaging phantoms", trata de um material que imita um tecido adequado para *simulador (phantom)* para uso com pelo menos ultrassom e MRI (Magnetic Resonance Imaging) e tem seções de material em contato entre si que imitam as propriedades de imagem de ultrassom e ressonância magnética de tecidos humanos. Um material de imitação de tecido adequado para uso em *simulador (phantom)* deste tipo inclui uma mistura aquosa de grandes moléculas orgânicas solúveis em água, um sal de cobre, um agente de quelação para ligar os íons cobre no sal e um material formador de gel. Pequenas contas de vidro podem ser misturadas com o mesmo para fornecer um coeficiente de atenuação de ultrassom selecionado sem afetar de modo substancial as propriedades de MRI do material.

15 O documento US 7.059.168, publicado em 13 de junho de 2006, "Ultrasound phantom", trata de um elemento de base formado de borracha ou similar que transmite ondas de ultrassom e inclui uma porção de armazenamento. O *simulador (phantom)* revelado neste documento é voltado para o treinamento de check-up médico da cavidade do corpo com sonda ultrassônica.

25 Assim carece o estado da técnica de um *simulador (phantom)* que tenha morfologia equivalente ao de uma cabeça humana e que permita o treinamento cirúrgico em tempo real, ou seja, para que os médicos possam treinar uma cirurgia no *simulador (phantom)* bem como os procedimentos pré-cirúrgicos conforme se faz *in vivo*.

OBJETO DA INVENÇÃO

35 Em razão da carência acima mencionada e relacionada aos métodos de treinamento de cirurgias envolvendo o cérebro, é objetivo da presente invenção prover um *simulador (phantom)* com características acústicas e magnéticas similares àquelas dos tecidos humanos. Ou seja, um *simulador (phantom)* que possibilite o imageamento por ultrassonografia e por ressonância magnética nuclear, com custos relativamente

baixos, dedicado ao suporte do ensino de neurocirurgias e investigação morfológica visual pelos métodos de imagem acima mencionados, permitindo um fácil aprendizado e a exploração de todos os detalhes anatômicos do encéfalo humano.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção trata de um simulador de cabeça para uso em neurocirurgia compreendendo uma parte externa formada de material inerte que simula a cabeça e o pescoço de um adulto. No interior da parte externa são instalados cérebro, diencéfalo, mesencéfalo, ponte, bulbo encefálico e cerebelo com morfologia equivalente à morfologia de um ser humano e com características físicas que permitem o imageamento tanto por
10 ressonância magnética quanto por ultrassonografia.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma representação de um *simulador (phantom)* de acordo com a presente invenção.

A Figura 2A é uma ilustração da parte interna do *simulador (phantom)* da presente
15 invenção incluindo os componentes de imitação do cérebro humano dentro da caixa craniana.

A Figura 2B é uma ilustração da parte interna do *simulador (phantom)* da presente invenção mostrando os hemisférios cerebrais direito e esquerdo.

A Figura 3 é uma representação em detalhes da morfologia do cérebro humano.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

20 A presente invenção será agora descrita com referência aos desenhos sem, entretanto, limitar a mesma ao que está ilustrado nas figuras.

A presente invenção refere-se a um *simulador (phantom)* utilizado para promover
25 treinamento em sistemas de neuronavegação. O treinamento convencional em neurocirurgia necessita de um paciente voluntário durante o procedimento de neurocirurgia. A presente invenção se destina a substituir o paciente voluntário por um equipamento que imita as características magnéticas e acústicas dos tecidos do encéfalo humano, assim como apresenta morfologia idêntica àquela encontrada nos seres humanos.

30 De acordo com a Figura 1, o *simulador (phantom)* da presente invenção é composto na parte externa de uma única peça genericamente indicada por E feita em material inerte com o formato e tamanho de uma cabeça e pescoço de um ser humano. O *simulador (phantom)* da presente invenção também conta com cavidades que simulam as encontradas no cérebro real por onde escoam o fluido cérebro-espinhal, material este que
35 também foi simulado no referido *simulador (phantom)*. A referida parte externa E se destina a acomodar internamente à mesma e proteger de possíveis danos mecânicos o

encéfalo de imitação em si contando ainda com uma janela J, na parte superior, que permite o imageamento por um transdutor ultrassônico (não ilustrado), dessa forma simulando a craniotomia real em neurocirurgia.

A Figura 2 ilustra a parte interna do *simulador (phantom)* da presente invenção. Conforme ilustrado na Figura 2, o encéfalo de imitação como um todo é construído com material simulador dos respectivos tecidos encefálicos. O encéfalo de imitação compreende cérebro 2.1, diencefalo 2.2 (a região mais interna no encéfalo), mesencefalo 2.3 (a região que liga o diencefalo 2.2 com a ponte 2.4), ponte 2.4 que por sua vez está conectada ao bulbo encefálico 2.6 e envolvida pelo cerebelo 2.5. Cada uma destas regiões possui características acústicas e magnéticas diferentes exigindo que o mecanismo de contraste entre elas seja diferenciado.

A Figura 3 ilustra a morfologia do cérebro humano o qual é composto dos hemisférios cerebrais 3.1 direito e esquerdo. Na parte anterior temos o Giro Pré-Central 3.2 e na região medial o Sulco Central 3.3. Logo na seqüência o Giro Pós-Central 3.4 e na região mais posterior, o Sulco Parieto-Occipital 3.5. Na região inferior-posterior, ou seja, abaixo da região posterior temos a Fissura Pré-occipital 3.6 da qual logo abaixo se encaixa o Cerebelo 3.8 e embaixo deste o Bulbo 3.7 e a Ponte 3.9. Na parte lateral encontramos a Fissura Lateral 3.10, também conhecida como *Silvana*.

No *simulador (phantom)* da presente invenção o material utilizado na confecção dos componentes de imitação do encéfalo é um material atóxico, à base de água e gelatinoso, com ponto de fusão acima da temperatura máxima ambiente. O referido material também é moldável de modo a obter a morfologia equivalente a cada um dos tecidos simulados, sendo que cada um destes e, cada região cerebral, deve possuir características acústicas e magnéticas semelhantes às encontradas em tecido biológico real. Vários materiais gelatinosos podem ser usados como base para um simulador com propriedades acústicas, magnéticas e elásticas equivalentes ao tecido biológico, dentre eles temos: gelatina de pele animal e/ou de ágar (documento US 6.318.146), queijo de soja (Tofu), PVA-C (álcool poli vinil Criogel) – documento US 5.981.826.

O referido material contém propriedades de dureza permitindo ao cirurgião efetuar cortes durante o treinamento cirúrgico com a sensação de estar cortando o tecido do cérebro.

Este encéfalo de imitação pode possuir regiões de interesse específicas a algumas patologias de estudo clínico e, portanto, com características magnéticas e acústicas próprias da patologia escolhida. As referidas regiões de interesse simulam lesões e tumores de interesse, podendo variar tanto as características físicas quanto a relação brilho/contraste destas regiões de interesse em relação às regiões de tecido

sadio.

Na construção das imitações dos componentes do encéfalo, é utilizado um material gelatinoso. Tal material gelatinoso é constituído de gelatinas de origem vegetal e animal, de modo a que a característica de conter uma alta percentagem de água, característica esta encontrada em quase todos os tecidos biológicos (tecido mole), seja reproduzida com fidelidade. Isso permite, inicialmente, um imageamento tanto por ressonância magnética nuclear quanto por ultrassonografia e até mesmo por outras técnicas como raios-X e tomografia computadorizada. Para as imagens de ressonância magnética nuclear são três parâmetros que ponderam o contraste na imagem: densidade de prótons (DP), tempo de relaxação longitudinal (T1) e tempo de relaxação transversal (T2). Cada uma das regiões cerebrais possui os seus respectivos valores para estes parâmetros os quais, dependendo da região de interesse, podem ter valores iguais ou muito semelhantes gerando um contraste pobre o que faz com que se escolha o parâmetro mais adequado para a região de interesse.

Na ressonância magnética a escolha de um dos mecanismos de contraste depende unicamente da seqüência de pulsos utilizada e configurada para o tomógrafo, sendo imprescindível, devido à variedade de aparelhos disponíveis no mercado, que o *simulador (phantom)* apresente tais características magnéticas. Em vista disso, a densidade de prótons é obtida pela composição da gelatina/água, os tempos de relaxação são ajustados através da adição de sais químicos com características magnéticas e isto é feito para as diferentes regiões cerebrais como cerebelo, tálamo, hipotálamo, tronco encefálico e o cérebro propriamente dito, assim como fluido cérebro-espinhal, preenchendo os ventrículos cerebrais. Desta forma, é obtido o contraste em ressonância magnética nuclear mais realístico possível dos encontrados no encéfalo humano. Existem várias seqüências de pulsos. Os mais utilizados são: Saturação-Recuperação, Spin-Eco, Inversão-Recuperação, Gradiente-Eco, Pulso Eco-Planar, Pulso Espiral e Pulso Difusão. Todas dependem dos três parâmetros que ponderam o contraste na imagem: densidade de prótons (DP), tempo de relaxação longitudinal (T1) e tempo de relaxação transversal (T2).

Para as características ultrassônicas é utilizado um material que gera o espalhamento e a atenuação semelhantes às encontradas no encéfalo humano, variando entre as diferentes regiões de modo a gerar o contraste encontrado *in vivo*. Para simular de modo realístico o formato, são utilizados vários moldes, cada qual para uma região específica, para poder variar a formulação por região. Estes moldes têm formato idêntico ao encéfalo humano e tamanho da ordem de um encéfalo encontrado em um adulto.

O *simulador (phantom)* da presente invenção possui massa aproximadamente

igual à cabeça de um adulto, o que equivale a 4 kg em média e um perímetro de 55 cm, o que equivale ao perímetro médio da cabeça de um adulto.

5 O uso do *simulador (phantom)* da presente invenção permite eliminar o uso de paciente para o treinamento de imagens cerebrais por ultrassom, de procedimentos de neurocirurgia e de neuronavegação por ultrassom e ressonância magnética nuclear, sendo que estes procedimentos só são possíveis com um paciente durante uma neurocirurgia, que se trata de um procedimento de alto risco e totalmente invasivo.

10 Em razão dos inconvenientes acima mencionados e relacionados aos métodos de treinamento de cirurgias envolvendo o cérebro, a presente invenção tem como objetivo, prover um dispositivo com características acústicas e magnéticas que possibilite o imageamento por ultrassonografia e por ressonância magnética nuclear de custos relativamente baixos dedicado ao suporte do ensino de neurocirurgias, investigação morfológica visual e pelos métodos de imagem acima mencionados, permitindo um fácil aprendizado e a exploração de todos os detalhes anatômicos do encéfalo humano.

REIVINDICAÇÕES

1. Simulador de cabeça para uso em neurocirurgia, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

uma parte externa (E) que simula a cabeça e o pescoço de um adulto; e

5 no interior da parte externa (E) cérebro (2.1), diencéfalo (2.2), mesencéfalo (2.3), ponte (2.4) conectada ao bulbo encefálico (2.6) e envolvida pelo cerebelo (2.5) com morfologia equivalente à morfologia de um ser humano e com características físicas que permitem o imageamento tanto por ressonância magnética quanto por ultrassonografia.

10 2. Simulador, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a parte externa (E) é feita de material inerte.

3. Simulador, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a parte externa (E) compreende cavidades que simulam as encontradas no cérebro real por onde escoia o fluido cérebro-espinhal.

15 4. Simulador, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a referida parte externa (E) conta com uma janela (J) na parte superior que permite o imageamento por transdutor.

20 5. Simulador, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cérebro (2.1), diencéfalo (2.2), mesencéfalo (2.3), ponte (2.4), bulbo encefálico (2.6) e cerebelo (2.5) são feitos de material atóxico à base de água e gelatinoso e moldados com morfologia idêntica aos tecidos simulados.

6. Simulador, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que cérebro (2.1), diencéfalo (2.2), mesencéfalo (2.3), ponte (2.4), bulbo encefálico (2.6) e cerebelo (2.5) incluem regiões de interesse tendo características magnéticas e acústicas próprias de determinada patologia.

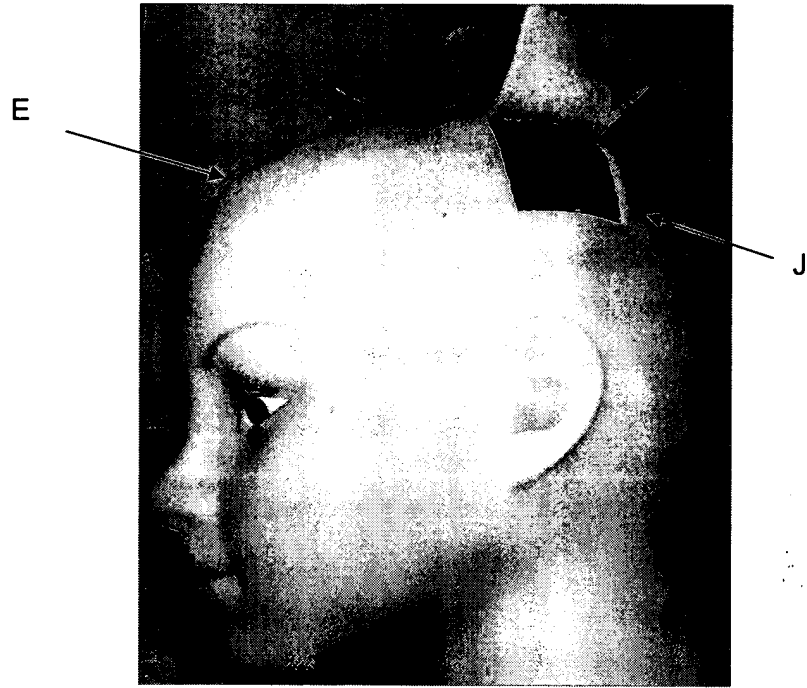


FIG. 1

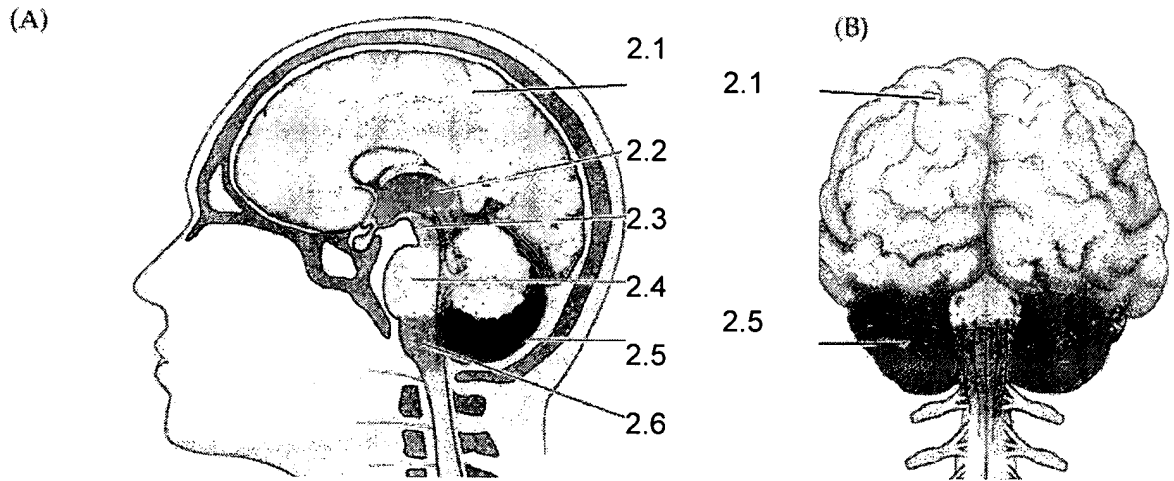


FIG. 2

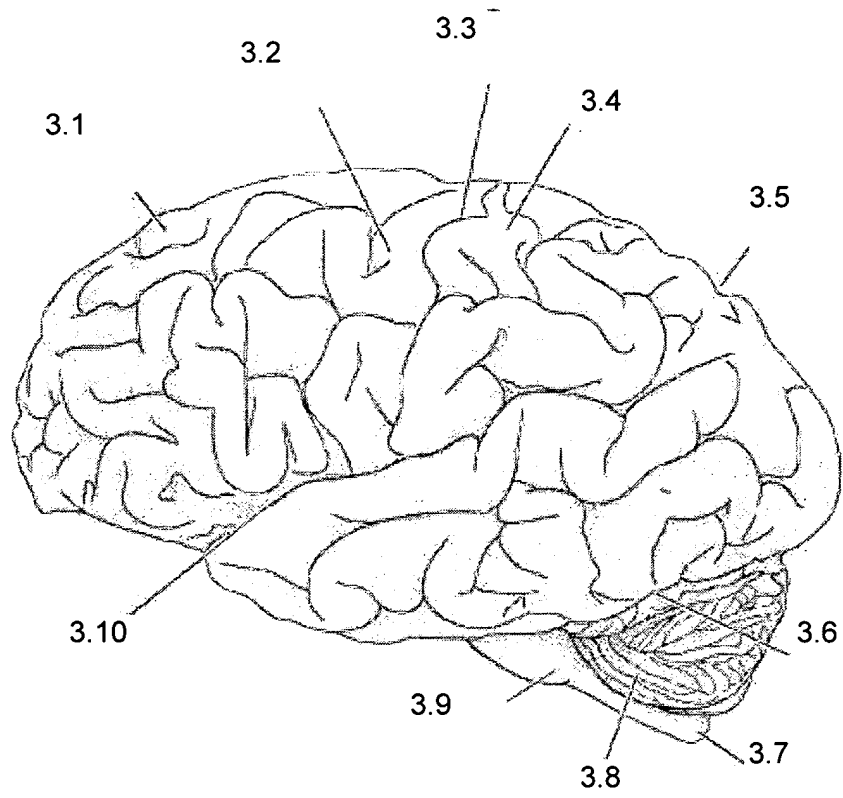


FIG. 3

RESUMO**SIMULADOR DE CABEÇA PARA USO EM NEUROCIRURGIA**

Trata a presente invenção de um simulador de cabeça para uso em neurocirurgia que compreende uma parte externa (E) formada de material inerte e que simula a cabeça e o pescoço de um adulto; e no interior da parte externa (E) cérebro (2.1), diencéfalo (2.2), mesencéfalo (2.3), ponte (2.4) conectada ao bulbo encefálico (2.6) e envolvida pelo cerebelo (2.5) com morfologia idêntica à morfologia de um ser humano e com características físicas que permitem o imageamento tanto por ressonância magnética quanto por ultrassonografia.