



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103617761 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 05

(21) 申请号 201310664607. 5

(22) 申请日 2013. 12. 09

(71) 申请人 北京化工大学

地址 100029 北京市朝阳区北三环东路 15  
号

申请人 石家庄铁道大学

(72) 发明人 祝海江 齐海波 宋健

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理  
有限公司 11203

代理人 刘萍

(51) Int. Cl.

G09B 23/28(2006. 01)

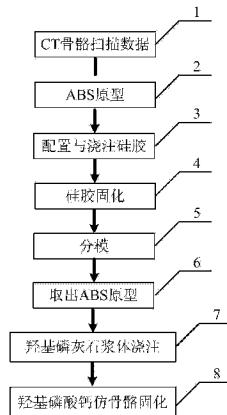
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种高精度多组织仿真胎儿模型

(57) 摘要

一种高精度多组织仿真胎儿模型，属于医学应用研究领域。该模型主要包括羟基磷酸钙制备的仿胎儿骨骼、弹性材料制备的仿胎儿器官及弹性材料制备的仿胎儿肌肉组织，其特征在于：根据胎儿的计算机断层扫描数据，采用三维打印技术制备出胎儿的高精度丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料模型，并由该模型制备出仿真胎儿硅胶模具；并将制备的仿胎儿器官、仿胎儿骨骼固定在模具中，并进行仿肌肉组织材料浇注，完成仿真胎儿模型制备。本发明制备的仿真胎儿模型提供外部的胎儿仿真形状和内部器官、骨骼的超声、X射线检测等性质，在医疗训练教学、医学图像处理、医疗设备检测等领域有着广泛的应用。



1. 一种高精度多组织仿真胎儿模型,该模型主要包括仿胎儿骨骼组织、仿胎儿器官组织及仿胎儿肌肉组织,其特征在于:根据胎儿的计算机断层扫描数据,采用三维打印技术制备出胎儿的高精度丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料模型,并由该模型制造出仿真胎儿硅胶模具;并将制备的仿胎儿器官、仿胎儿骨骼固定在模具中,并进行仿肌肉组织材料浇注,完成仿真胎儿模型制备。

2. 应用于权利要求1所述的高精度多组织仿真胎儿模型,其特征在于:制备以丙烯酸聚合物为主要材料的凝胶仿胎儿肌肉组织,按照质量百分比组分为:丙烯酰胺10%,对羟苯甲酸酯0.25%,亚甲基双丙烯酰胺0.25%,乙二醇8%,四甲基乙二胺0.30%,氢氧化钠0.10%,过硫酸铵0.10%,氧化铝粉末3%,蒸馏水78%。

3. 根据权利要求1所述的高精度多组织仿真胎儿模型,其特征在于:制备以丙烯酸聚合物为主要材料的凝胶仿胎儿的肝脏、肺、肾脏、心脏,按照质量百分比组分为:丙烯酰胺7%~12%,对羟苯甲酸酯0.25%,亚甲基双丙烯酰胺0.25%,乙二醇6%~8%,四甲基乙二胺0.30%,氢氧化钠0.10%,过硫酸铵0.10%,氯化硼粉末1%~9%,蒸馏水70%~85%。

4. 根据权利要求1所述的高精度多组织仿真胎儿模型,其特征在于:以含钙和磷的分析试剂为原料合成羟基磷酸钙,并制备以羟基磷酸钙为主要成分的仿胎儿头骨、脊椎、股骨;按照质量百分比组分为:羟基磷酸钙56%,聚丙烯酸28%,柠檬酸9%,磷酸7%。

仿胎儿骨骼制备流程如下:首先将CT骨骼扫描数据转换成打印机能读写的数据格式,进行ABS(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料)原型制备;然后由ABS骨骼原型进行配置与浇注硅胶,待硅胶固化后,进行分模,取出ABS原型得到硅胶模具的上下模;最后进行羟基磷酸钙浆体浇注,待羟基磷酸钙仿骨骼固化十二小时后取出,就得到制备好的人工骨。

5. 根据权利要求1所述的高精度多组织仿真胎儿模型,其特征在于:根据胎儿的计算机断层扫描数据采用三维打印技术制造出胎儿的ABS模型(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料模型),通过ABS模型制备出仿真胎儿硅胶模具;并将仿胎儿器官、骨骼包裹在硅胶模具中,然后进行仿肌肉组织材料浇注,完成仿真胎儿模型制备。

## 一种高精度多组织仿真胎儿模型

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种医学应用研究领域的方法,具体是一种高精度多组织仿真胎儿模型。

### 背景技术

[0002] 随着计算机、图像技术及信号处理技术的迅速发展,B超成像、多普勒超声、超声CT成像等在医疗领域都得到较为广泛的应用。为了保证人体安全,各种仿组织材料模型也逐渐应用到医疗领域。医用仿真胎儿模型在医疗训练教学、医学图像处理、医疗设备检测等领域有着相应地研究和使用。因此,本发明研究的高精度多组织仿真胎儿模型具有重要的应用价值。

[0003] 经对现有技术的文献检索发现,美国CIRS公司([www.cirsinc.com](http://www.cirsinc.com))利用专用凝胶制备的模拟20周及36周胎儿来检测医疗成像设备的工作性能;日本Kyoto Kagaku公司([www.kyotokagaku.com](http://www.kyotokagaku.com))阐述了利用模拟23周胎儿模体测试医疗成像设备的性能。美国ATS Laboratories公司([www.atslabs.com](http://www.atslabs.com))通过模拟36-40周胎儿检测成像设备的性能等。

[0004] 以上这些方法都是通过仿真胎儿模型来检测医疗成像设备工作性能,它们存在的问题是模拟胎儿时仅仅考虑了胎儿的肌肉组织而没有考虑胎儿的器官组织、骨骼组织等。因此,很难在医疗训练教学中给学生以真实的医学技术体验;通过医用成像系统获得的图像与真实胎儿在医用超声成像系统下得到的图像有区别,如:真实胎儿的肌肉组织在医用超声成像系统下成像亮度低、对比度低,而模拟胎儿的肌肉组织在医用超声成像系统下得到的图像亮度高、对比度高等。

### 发明内容

[0005] 本发明鉴于上述问题,其目的在于:提供一种包含仿肌肉组织、仿骨骼以及多种器官的仿真胎儿模型。

[0006] 一种高精度多组织仿真胎儿模型,该模型主要包括仿胎儿骨骼组织、仿胎儿器官组织及仿胎儿肌肉组织,其特征在于:根据胎儿的计算机断层扫描数据,采用三维打印技术制备出胎儿的高精度丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料模型,并由该模型制造出仿真胎儿硅胶模具;并将制备的仿胎儿器官、仿胎儿骨骼固定在模具中,并进行仿肌肉组织材料浇注,完成仿真胎儿模型制备。

[0007] 制备以丙烯酸聚合物为主要材料的凝胶仿胎儿肌肉组织,按照质量百分比组分为:丙烯酰胺10%,对羟苯甲酸酯0.25%,亚甲基双丙烯酰胺0.25%,乙二醇8%,四甲基乙二胺0.30%,氢氧化钠0.10%,过硫酸铵0.10%,氧化铝粉末3%,蒸馏水78%。

[0008] 制备以丙烯酸聚合物为主要材料的凝胶仿胎儿的肝脏、肺、肾脏、心脏,按照质量百分比组分为:丙烯酰胺7%~12%,对羟苯甲酸酯0.25%,亚甲基双丙烯酰胺0.25%,乙二醇6%~8%,四甲基乙二胺0.30%,氢氧化钠0.10%,过硫酸铵0.10%,氮化硼粉末1%~9%,蒸馏

水 70% ~ 85%。

[0009] 以含钙和磷的分析试剂为原料合成羟基磷酸钙，并制备以羟基磷酸钙为主要成分的仿胎儿头骨、脊椎、股骨；按照质量百分比组分为：羟基磷酸钙 56%，聚丙烯酸 28%，柠檬酸 9%，磷酸 7%。

[0010] 仿胎儿骨骼制备流程如下：首先将 CT 骨骼扫描数据转换成打印机能读写的数据格式，进行 ABS（丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯塑料）原型制备；然后由 ABS 骨骼原型进行配置与浇注硅胶，待硅胶固化后，进行分模，取出 ABS 原型得到硅胶模具的上下模；最后进行羟基磷酸钙浆体浇注，待羟基磷酸钙仿骨骼固化十二小时后取出，就得到制备好的人工骨。

[0011] 进一步：根据胎儿的计算机断层扫描数据采用三维打印技术制造出胎儿的 ABS 模型（丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯塑料模型），通过 ABS 模型制备出仿真胎儿硅胶模具；并将仿胎儿器官、骨骼包裹在硅胶模具中，然后进行仿肌肉组织材料浇注，完成仿真胎儿模型制备。

[0012] 应用所述的高精度多组织仿真胎儿模型，其特征在于，步骤如下：

[0013] 步骤 1)：制备以丙烯酸聚合物为主要成分的弹性材料仿胎儿肌肉组织，使其主要声学参数符合：声速  $1540 \pm 10$  米 / 秒；声衰减系数： $(0.5 \pm 0.05) \times 10^{-4} \times f$  分贝 / (米 · 赫兹)；其中  $f$  表示探头频率。

[0014] 计算仿肌肉组织材料样本的声速：假设样本的厚度为  $d$ ，则超声在样本中的声速  $v_2$  为  $v_2 = d \times \frac{v_1}{d + \Delta t \times v_1}$ ，其中  $v_1$  为超声在水中的声速， $\Delta t$  为样本插入水中引起的接收超声脉冲时延。

[0015] 计算仿肌肉组织材料样本的衰减系数：假设样本的厚度为  $d$ ，则超声在样本中的声速  $a$  为  $a = \frac{1}{d} \cdot 20 \lg \frac{P_0}{P}$ ，其中  $P_0$  为样本插入前接收信号的峰值， $P$  为样本插入后接收信号的峰值。

[0016] 步骤 2)：制备以丙烯酸聚合物为主要成分的弹性材料仿胎儿的肝脏、肾脏等。使仿肝脏主要声学参数符合：声速  $1570 \pm 10$  米 / 秒；声衰减系数： $(0.7 \pm 0.05) \times 10^{-4} \times f$  分贝 / (米 · 赫兹)。使仿肾脏主要声学参数符合：声速  $1560 \pm 10$  米 / 秒；声衰减系数： $(1.0 \pm 0.05) \times 10^{-4} \times f$  分贝 / (米 · 赫兹)； $f$  表示探头频率。

[0017] 步骤 3)：以含钙和磷的分析试剂为原料合成羟基磷酸钙，并制备以羟基磷酸钙为主要成分的仿胎儿头骨、脊椎、股骨等。使仿骨骼主要声学参数符合：声速  $3360 \pm 10$  米 / 秒；声衰减系数： $(20.0 \pm 0.1) \times 10^{-4} \times f$  分贝 / (米 · 赫兹)； $f$  表示探头频率。仿胎儿骨骼制备流程如图 1 所示。首先将 CT 骨骼扫描数据 1 转换成打印机能读写的数据格式，进行 ABS（丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯塑料）原型 2 制备；然后由 ABS 骨骼原型进行配置与浇注硅胶 3，待硅胶固化 4 后，进行分模 5，取出 ABS 原型 6 得到硅胶模具的上下模；最后进行羟基磷酸钙浆体浇注 7，待羟基磷酸钙仿骨骼固化 8 十二小时后取出，就得到制备好的人工骨。

[0018] 步骤 4)：制备仿真胎儿模具，根据胎儿的计算机断层扫描数据采用三维打印技术制造出胎儿的 ABS 模型（丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯塑料模型），通过 ABS 模型制备出仿真胎儿硅胶模具。

[0019] 步骤 5)：将仿胎儿器官、骨骼固定在仿真胎儿模具中，并进行仿肌肉组织材料浇

注,完成仿真胎儿模型制备;

[0020] 本发明,能够提供医疗训练教学中仿真胎儿模型以进行医学教学训练;能获取胎儿模型在医用超声成像系统下的高仿真图像,并根据图像质量进行医疗诊断模拟等。

#### 附图说明

[0021] 图 1 为仿胎儿骨骼制备流程图。

[0022] 图 2 为仿胎儿模型的超声图像。

#### 具体实施方式

[0023] 下面对本发明的实施例作详细说明:本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0024] 以下结合具体实例对本发明的一种高精度多组织仿真胎儿模型内容做进一步的详细说明:

[0025] 步骤 1):仿胎儿肌肉组织制备方法:2.5 克对羟苯甲酸酯和 780 克蒸馏水缓慢混合,室温下搅拌约 10 分钟;100 克丙烯酰胺加到溶液中,室温下搅拌约 5 分钟,2.5 克亚甲基双丙烯酰胺所得溶液中,室温下搅拌约 10 分钟;80 克乙二醇加到所得溶液中,室温下搅拌约 1 分钟;.30g 氧化铝粉末缓慢加入所得溶液中,室温下搅拌约 8 分钟;3 克四甲基乙二胺和 1 克氢氧化钠加入到所得溶液中,室温搅拌约 1 分钟;1 克过硫酸铵加入到所得溶液中以很低的速度混合搅拌;将上面得到的溶液倒入模具内,在模具中冷却至常温即可。制备的仿肌肉组织材料样本在频率为 1MHz 的探头下测量的声速为:1531.9384 米 / 秒,声衰减系数为  $0.5089 \times 10^{-4}$  分贝 / (米·赫兹)。

[0026] 步骤 2):仿胎儿肝脏组织制备方法:2.5 克对羟苯甲酸酯和 800 克蒸馏水缓慢混合,室温下搅拌约 10 分钟;90 克丙烯酰胺加到溶液中,室温下搅拌约 5 分钟,2.5 克亚甲基双丙烯酰胺所得溶液中,室温下搅拌约 10 分钟;70 克乙二醇加到所得溶液中,室温下搅拌约 1 分钟;30g 氮化硼粉末缓慢加入所得溶液中,室温下搅拌约 8 分钟;3 克四甲基乙二胺和 1 克氢氧化钠加入到所得溶液中,室温搅拌约 1 分钟;1 克过硫酸铵加入到所得溶液中以很低的速度混合搅拌;将上面得到的溶液倒入模具内,在模具中冷却至常温即可。制备的仿肝脏组织材料样本在频率为 1MHz 的探头下测量的声速为:1564.1208 米 / 秒,声衰减系数为  $0.7096 \times 10^{-4}$  分贝 / (米·赫兹)。

[0027] 步骤 3):仿胎儿骨骼组织制备方法:按钙和磷原子个数比 1.67 称取硝酸钙和五氧化二磷,将硝酸钙水溶液和五氧化二磷醇溶液混合搅拌 4 小时,静置 4 小时,得到白色凝胶;把白色凝胶在 120 度恒温干燥箱中干燥 12 小时得到白色羟基磷酸钙粉末;将 9 克柠檬酸溶液溶解到 28 克聚丙烯酸中,依次加入 56 克羟基磷酸钙粉末和 7 克磷酸搅拌,倒入有机玻璃模具中进行压实、固化、脱模处理即可得到羟基磷酸钙类人工骨骼。制备的仿骨骼组织材料样本在频率为 1MHz 的探头下测量的声速为:3368.0827 米 / 秒,声衰减系数为  $19.5246 \times 10^{-4}$  分贝 / (米·赫兹)。

[0028] 步骤 4):制备体长 32cm 的仿真胎儿模拟 28 周胎儿;将制备的仿胎儿肌肉组织、肝脏、肺、肾脏、心脏以及头骨、脊椎、股骨等进行组合得到体长 32cm 的仿真胎儿模拟 28 周胎

儿。制备好的仿胎儿模型样本的B超图像如图2所示，在超声图像中仿肌肉组织1呈现暗色区域，而仿脊椎骨骼图像2显示为明亮区域，这与人体的肌肉与骨骼的超声图像呈现一致。  
[0029] 步骤5)：制备一个 $40 \times 25 \times 25\text{cm}$ 的模具，将仿真胎儿置于模具中间，并填充丙烯酸聚合物作为背景材料，得到仿真胎儿模型。

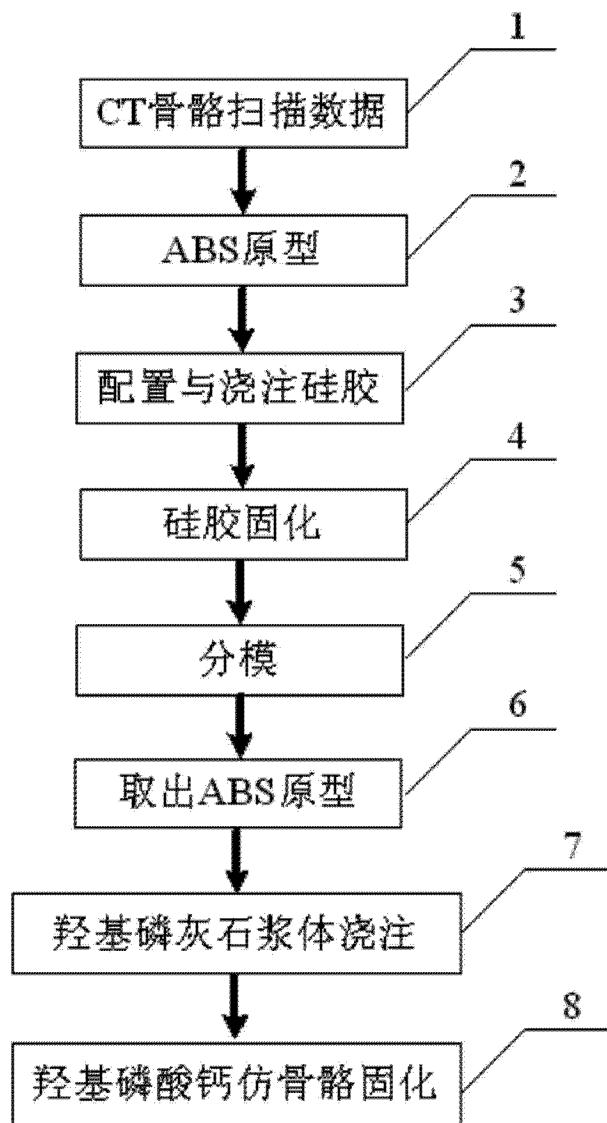


图 1

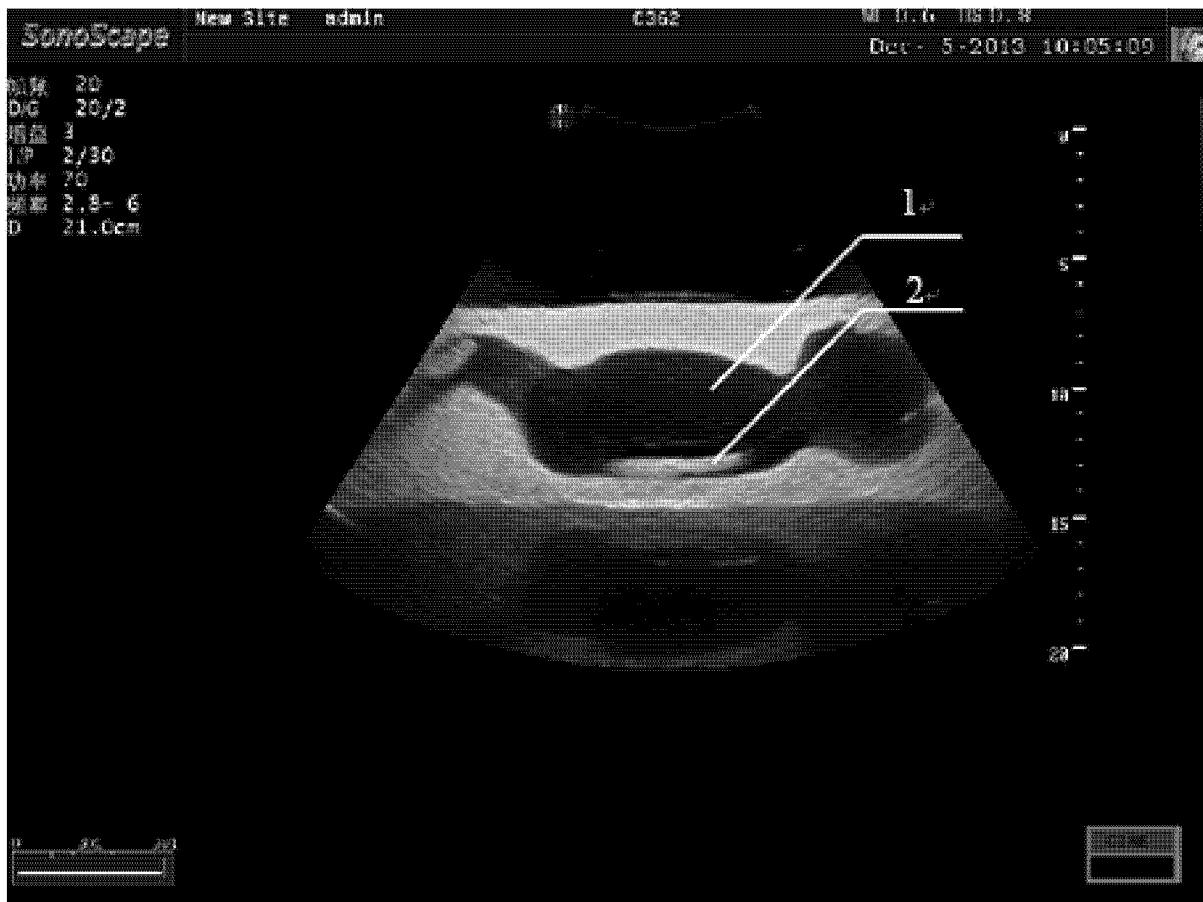


图 2