



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103079459 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201180032929. 7

(22) 申请日 2011. 05. 03

(30) 优先权数据

12/772, 701 2010. 05. 03 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 12. 31

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2011/000514 2011. 05. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2011/137515 EN 2011. 11. 10

(73) 专利权人 EMOVI 有限公司

地址 加拿大魁北克

(72) 发明人 内拉·梅兹加尼 雅克·德吉斯

盖伊·格里马尔 大卫·巴亚尔容

优素福·阿克勒姆 热拉尔德·帕郎

亚历山大·芬特斯

帕特里克·拉维涅 皮埃尔·瑞格

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 何文彬

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

A61B 5/11(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5533519 A, 1996. 07. 09,

WO 2009/111886 A1, 2009. 09. 17,

CN 101014981 A, 2007. 08. 08,

US 4306571 A, 1981. 12. 22,

审查员 李陆美

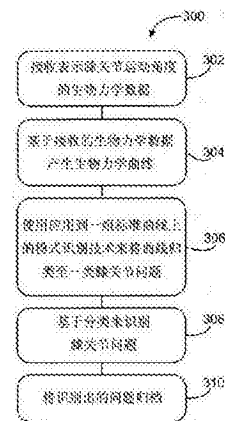
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

用于膝关节病理评估和诊断辅助的方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种用于识别和表征膝关节问题的装置和方法。根据实施例,该方法包括:接收来自传感器的生物力学数据,并基于该生物力学数据产生生物力学曲线,该生物力学数据表示膝关节的运动。该方法还包括,在处理设备中,通过将模式识别技术应用与多类膝关节问题中的一类问题相关的一个标准生物力学曲线,将该膝关节的该生物力学曲线归类于该多类膝关节问题中的一类问题中,该多类中的每一类都对应至少一个膝关节问题;基于该归类,将该问题识别为包括至少一个膝关节问题的多类中的一类;以及将该识别出的问题存档在存储设备中以便在咨询时能够访问。



1. 一种用于识别和表征患者的膝关节问题的装置,该装置包括:

用于患者佩戴在膝关节上的传感器,该传感器用于收集在膝关节的完整运动周期中的代表膝关节运动的生物力学数据;

与该传感器通信的处理器;以及

能由该处理器访问的存储设备,该存储设备储存有指令,该指令由该处理器读取并使该处理器实现:

接收来自该传感器的该生物力学数据;

基于该生物力学数据生成连续的生物力学曲线,所述连续的生物力学曲线包括用于所述膝关节的生物力学数据的平均值并且包括贯穿该膝关节的完整运动周期的连续曲线,该连续曲线是一组输入和一组输出的关系,其中,该一组输入的输入代表该膝关节的完整运动周期的完成的百分数,该一组输出的输出代表以下之一:对应于该膝关节的完整运动周期的完成的百分数的患者的膝关节的伸-屈程度,对应于该膝关节的完整运动周期的完成的百分数的患者的膝关节的外展-内收程度,对应于该膝关节的完整运动周期的完成的百分数的患者的膝关节的内-外旋转程度,对应于该膝关节的完整运动周期的完成的百分数的施加在患者的垂直地面反作用力,对应于该膝关节的完整运动周期的完成的百分数的施加在患者的内/外侧地面反作用力,以及对应于该膝关节的完整运动周期的完成的百分数的施加在患者的前/后部地面反作用力;

通过将模式识别技术应用于与多类膝关节问题相关的一组连续的标准生物力学曲线,考虑所有连续的生物力学曲线,将该膝关节的该连续的生物力学曲线归类于该多类膝关节问题中的一类问题中,该多类中的每一类对应至少一个膝关节问题,该膝关节问题包括损伤、病理或生物力学缺陷中的至少一种;其中该归类包括将该连续的生物力学曲线与该一组连续的标准生物力学曲线相比较;

基于该归类,识别该问题为包括至少一个膝关节问题的多类中的一类;以及

归档识别出的问题,以允许在医疗咨询时读取该问题;

其中,该膝关节的运动包括步态周期、下蹲和弓步中的至少一种。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该接收包括当膝关节执行运动时接收该生物力学数据。

3. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该生成连续的生物力学曲线包括对该膝关节与在运动期间的时间的函数进行量化。

4. 根据权利要求 1 所述的装置,进一步包括将该连续的生物力学曲线与在较早时间对同一膝关节生成的过去的生物力学曲线相比较;并基于该比较对以下至少一种进行量化:问题的发展和针对膝关节进行的治疗效果。

5. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该接收该生物力学数据包括接收运动学数据、动力学数据以及地面反作用力数据中的至少一种。

6. 根据权利要求 5 所述的装置,其中该识别包括识别该问题为包括至少两个膝关节问题,该多类中的一类与该至少两个膝关节问题相关。

7. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该归类包括确定该连续生物力学曲线与该连续的标准生物力学曲线的相似量。

8. 根据权利要求 7 所述的装置,进一步包括以下至少一种:产生包括问题标识的报告;

显示该具有问题标识的报告,该问题标识包括以下至少一个:该至少一个膝关节问题的名称、该相似量;以及具有与该至少一个膝关节问题相关的问题区域的指示的连续的生物力学曲线。

9. 根据权利要求 1 所述的装置,进一步包括产生基于与该至少一个膝关节问题相关的预设的治疗的建议。

用于膝关节病理评估和诊断辅助的方法和系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2010 年 5 月 3 日提交的申请号 US12/772701 的申请的优先权。

技术领域

[0003] 本发明涉及膝关节运动分析方法和装置领域。更特别地,本发明涉及基于运动学数据评估膝关节病理和损伤的装置和方法。

背景技术

[0004] 研究表明,在几乎所有的工业化国家中,肌肉骨骼疾患成为紧随心血管疾病之后的第二大健康相关支出,位列癌症和神经系统疾病之前。肌肉骨骼疾患意指软骨、骨、肌肉、韧带和肌腱疾病。随着当前预期寿命的逐步提高,肌肉骨骼问题在人群中变得更为普遍,使现有药理疗法和治疗设备数量增加。随着新的治疗方法的出现,开发出了新的用于膝关节损伤和病理检测、评估和监测的仪器。

[0005] 膝关节是一个非常复杂的关节,需要三维运动的完美结合才能正常运作。因此,通过使用在三维平面之一上反映膝关节骨骼运动的量化的函数的方法来分析其三维组件能够更好地评估膝关节功能。

[0006] 目前的方法包括使用放射学检查(如 X 光片, MRI 和 CT 扫描)。然而,这样的检查通常在评估膝关节的多样功能方面仍有局限,而且不能在膝关节运动时进行评估(也就是,它们实际上是静态的)。

[0007] 其他现有的用于评估膝关节功能的方法通常包括静态成像结合徒手检查(韧带松弛)。由于这些检查依赖于徒手检查和患者的配合,它们受到一定主观程度的影响。

[0008] 一些现有的方法可以量化胫骨相对于股骨的前后运动(如 KT-1000)。然而,因为它们通常限于平移运动的静态评估,所以这些方法不能对膝关节进行精确和可靠的评估。这样的方法通常不适于在膝关节进行运动时执行评估。

[0009] 因此,需要一种用于评估膝关节功能、异常或病理的改进装置和方法,克服了现有技术相关的缺点,或至少提供一种有用的替代。

发明内容

[0010] 根据一个实施例,提供了一种用于识别和表征膝关节问题的方法。根据一个实施例,该方法包括:接收来自传感器的生物力学数据并基于该生物力学数据产生生物力学曲线,该生物力学数据表示膝关节的运动。该方法还包括,在处理设备中,通过将模式识别技术应用与多类膝关节问题中的一类问题相关的一个标准生物力学曲线,将该膝关节的该生物力学曲线归类于该多类膝关节问题中的一类问题中,该多类中的每一类对应至少一个膝关节问题;基于该归类,识别该问题为包括至少一个膝关节问题的多类中的一类;以及将该识别出的问题存档在存储设备中以使在咨询时能够访问。

[0011] 根据另一实施例,该归类包括将该生物力学曲线与一组标准生物力学曲线相比

较。

[0012] 根据另一实施例,该接收包括当膝关节执行运动时接收该生物力学数据。

[0013] 根据另一实施例,该产生生物力学曲线包括对该膝关节与在运动期间的时间的函数进行量化。

[0014] 根据另一实施例,该模式识别技术包括以下至少一种:神经网络、最近邻域归类技术、投影技术和决策树技术。

[0015] 根据另一实施例,该方法进一步包括将该生物力学曲线与在较早时间对同一膝关节生成的过去的生物力学曲线相比较;并基于该归类对以下至少一种进行量化:问题的发展和针对膝关节进行的治疗效果。

[0016] 根据另一实施例,该接收该生物力学数据包括接收运动学数据、动力学数据以及地面反作用力数据中的至少一种。

[0017] 根据另一实施例,多类中的每一类都表示以下至少一种:膝关节损伤、膝关节病理学、一类膝关节病理学、以及一类膝关节损伤。

[0018] 根据另一实施例,该识别包括识别该问题为包括至少两个膝关节问题,该多类中的一类与该至少两个膝关节问题相关。

[0019] 根据另一实施例,该方法进一步包括基于该至少两个膝关节问题中每一个的各自严重程度来排序该至少两个膝关节问题。

[0020] 根据另一实施例,该归类包括确定该生物力学曲线与一组标准生物力学曲线中至少一个的相似量。

[0021] 根据另一实施例,该方法进一步包括以下至少一种:产生包括问题标识的报告;显示该具有问题标识的报告,该问题标识包括以下至少一个:该至少一个膝关节问题的名称、该相似量;以及具有与该至少一个膝关节问题相关的问题区域的指示的生物力学曲线。

[0022] 根据另一实施例,该方法进一步包括产生基于与该至少一个膝关节问题相关的预设的治疗的建议。

[0023] 根据另一实施例,提供一种用于识别和表征膝关节问题的装置。该装置包括:附着于膝关节的传感器,该传感器用于收集代表膝关节运动的生物力学数据;与该传感器通信的处理器;以及能由该处理器访问的存储设备。该存储设备储存有指令,该指令由该处理器读取并使该处理器实现:接收来自该传感器的该生物力学数据;基于该生物力学数据生成生物力学曲线;通过将模式识别技术应用于与多类膝关节问题相关的一组标准生物力学曲线,将该膝关节的生物力学曲线归类于该多类膝关节问题中的一类问题中,该多类中的每一类对应至少一个膝关节问题;基于该归类,识别该问题为包括至少一个膝关节问题的多类中的一类;以及归档识别出的问题,以允许在医疗咨询时读取该问题。

[0024] 根据另一实施例,该装置进一步包括用于显示该识别出的问题的显示设备。

[0025] 根据另一实施例,该装置进一步包括用于允许用户与处理器交互的图形用户界面(GUI)。

[0026] 根据另一实施例,该传感器包括三维膝关节运动分析仪,其具有以下至少一个:光学跟踪设备、电磁跟踪设备和加速度计。

[0027] 根据另一实施例,该用于归类的指令包括使该处理器实现将该生物力学曲线与该组标准生物力学曲线相比较的指令。

[0028] 根据另一实施例,该传感器包括用于收集运动学数据、动力学数据以及地面反作用力数据中的至少一种来作为生物力学数据的传感器。

[0029] 根据另一实施例,该传感器包括用于收集运动学数据作为唯一输入的运动传感器。

[0030] 根据另一实施例,提供一种存储有使处理器实现识别膝关节问题的指令的计算机可读介质。该指令包括编码,其使该处理器实现:接收来自传感器的生物力学数据,该生物力学数据表示膝关节的运动;基于该生物力学数据产生生物力学曲线;通过将模式识别技术应用于与多类膝关节问题相关的一组标准生物力学曲线,将该膝关节的生物力学曲线归类于该多类膝关节问题中的一类问题中,该多类中的每一类对应至少一个膝关节问题;基于该归类,识别该问题为包括至少一个膝关节问题的多类中的一类;以及将该识别出的问题归档在存储设备中以便在咨询时能够访问。

[0031] 在本说明书中,术语“运动学数据(kinematic data)”是指反映身体部分例如膝关节涉及的骨骼的位置、速度和加速度的组合的数据,而不论在其上施加了任何物理的力。运动学数据可使用运动传感器获得,例如那些在动画类电影制作中使用的运动传感器。

[0032] 相比之下,术语“动力学(kinetic)”是指施加到膝关节的力,而地面反作用力是指从一个给定表面如地面例如在一个步态周期内施加到肢体的力。地面反作用力和动力学数据都可以使用放置在不同区域(例如肢体和地面上)的力传感器来获得。

[0033] 此外,本说明书中术语“标准(normative)”被用作表示典型的意思。从而“标准生物力学曲线(normative biomechanical profile)”意指被认为是典型的或与明确已知的膝关节问题或膝关节问题类别有关的生物力学曲线。这样的标准曲线例如可以由大量具有确诊问题主体的曲线编译而来,所有这些主体的数据被可选地标准化或平均化。

附图说明

[0034] 通过下文的具体描述并结合附图,可以清楚本公开的进一步特征和优点,其中:

[0035] 图 1a 是膝关节股骨和胫骨的示意图,根据现有技术相关的公知常识,其示出膝关节运动的三个平面;

[0036] 图 1b 是根据一个实施例的带有传感器的患者膝关节示意图,并示出图 1a 所示的运动的三个平面;

[0037] 图 2 是根据另一实施例的用于识别和表征膝关节问题的装置原理示意图;

[0038] 图 3 是根据一个实施例的用于识别和表征膝关节问题的方法流程图;

[0039] 图 4a 是根据一个实施例的在步态周期中膝关节伸-屈程度的图形示意图;

[0040] 图 4b 是根据一个实施例的在步态周期中膝关节外展-内收程度的图形示意图;

[0041] 图 4c 是根据一个实施例的在步态周期中膝关节内-外旋转程度的图形示意图;

[0042] 图 5a 是根据一个实施例的在步态周期中施加的垂直地面反作用力的图形示意图;

[0043] 图 5b 是根据一个实施例的在步态周期中施加的内/外侧地面反作用力的图形示意图;

[0044] 图 5c 是根据一个实施例的在步态周期中施加的前/后部地面反作用力的图形示意图;

[0045] 需要注意的是,在整个附图中,由相同的附图标记标识相同的特征。

具体实施方式

[0046] 现在将参照附图来描述,一种用于评估膝关节以检测膝关节病理和 / 或损伤的评估和诊断装置及方法。该装置和方法,适于量化:(i) 膝关节运动函数(function),(ii) 病理和 / 或损伤对膝关节生物力学的影响;(iii) 给定的治疗对膝关节生物力学功能的影响。

[0047] 此外,本发明所描述的装置和方法,不需要针对要发现的可能的问题进行预先输入,这与目前已有的评估装置和方法相反。这些通常局限于为了进行多种归类(multi-classification)(也就是说,识别出该问题属于一个或更多这样的多种类别),它们需要预先输入待评估的特定膝关节问题可能归入的类别。

[0048] 现在参照附图,更具体地参照图 1b,其示出典型患者 90,这里是一个人,通过由患者 90 佩戴在膝关节上的三维运动学数据传感器设备 92 来收集膝关节运动学数据。该传感器设备 92 为非损伤性的,其保持在患者 90 的皮肤表面。多种传感设备可被用于此目的。例如包括光学跟踪设备;电磁跟踪设备和加速度计。

[0049] 从图 1a 和 1b 中看到,膝关节能够按照三个不同的运动平面移动,其中每个允许两个自由度。

[0050] 第一运动平面——由箭头 M1 示出的屈-伸:此运动是指膝关节将腿移向(屈)和移离(伸)大腿后侧的运动能力。

[0051] 第二运动平面——由箭头 M2 示出的外展-内收:此运动是膝关节将腿朝向身体的中心轴弯曲的运动能力。作为示例,外展-内收平面在具有“牛仔般(cowboy like)”行为的主体上可以很明显,尽管在大多数人类患者身上这种运动通常很细微。

[0052] 第三运动平面——由箭头 M3 示出的内-外旋转:此运动是指膝关节绕自身旋转(或大体沿着腿的纵向平面的旋转轴)的运动能力。

[0053] 传感器设备监测反映上述三个运动平面中每一个的运动学数据。因而收集的运动学数据表示患者每个膝关节的三个运动平面(6 个自由度)。

[0054] 由于大部分膝关节疾患(无论是膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis)、前交叉韧带断裂(anterior cruciate ligament rupture)、半月板撕裂(meniscal tear)、髌股综合征(patello-femoral syndrome))都对膝关节运动有具体的影响,这些可以与膝盖运动时收集到的具体运动学数据相关联。反之,可由运动学数据记录确定异常的膝关节运动,而且在某些情况下,也可得出患者向给定膝关节损伤和 / 或病理发展的倾向。

[0055] 数据库储存标准生物力学曲线,每一标准生物力学曲线与一给定的膝关节病理和 / 或损伤相关。该标准曲线中的每一个都是基于来自不同患者的运动学数据而预先载入的。对于一个给定的标准曲线,采用了一系列彼此相关的不同诊断方法,以保证与标准曲线相关的最终诊断是准确的,该诊断方法利用了如影像和专家评估的不同方法。通过这种方式,每个标准曲线都与一种损害和 / 或病理类型相关。

[0056] 在将标准曲线与患者的膝关节生物力学曲线相比较后,根据量化的可靠性水平,在不使用影像的情况下直接自动形成至少一个膝关节问题类别,这将下文中更详细地描述。

[0057] 图 2 是根据另一实施例的一种用于识别和表征膝关节问题的装置原理示意图。装

置 100 具有一组与处理设备 104 通信的传感器 102、一存储器 106、一图形用户界面(GUI) 108、一显示设备 110 和一数据库 112。

[0058] 在一个实施例中,传感器 102 具有跟踪设备(未示出),当其运行时,用于在膝关节运动期间追踪膝关节各个部位的位置、速度和加速度,以生成与膝关节运动相关联的运动学数据。在此情况下,传感器 102 是适于被连接到患者膝关节或其它待评估肢体部分上的传感设备。其他情况下,如稍后所描述的,传感器 102 是被放置以在运动中测量动力学数据和地面反作用力中的任一个或它们的组合的力传感器。传感器 102 的其它示例包括,但不限于,分别放置在例如患者的股骨和胫骨上的照相机、加速度计和陀螺仪。在任何给定的情况下,当其运行时,传感器 102 生成与运动相关联的生物力学数据。

[0059] 膝关节运动包括例如步态、下蹲、弓步或这些动作的组合。生物力学数据代表在至少一个运动维度上的膝关节运动。一旦收集到生物力学数据,或者正在收集到生物力学数据时,将其从传感器 102 发送到处理设备 104,并可选地储存在存储器 106 中。

[0060] 处理设备 104 一旦接收到生物力学数据,无论是运动已经完毕或运动正在进行,其根据储存在存储器 106 中的指令处理生物力学数据。这样的处理结果生成生物力学曲线。生物力学曲线基于生物力学数据产生,并表示膝关节的三个运动平面 M1、M2 和 M3 中的至少一个,如上面所述的与图 1a 和 1b 相关的内容。

[0061] 与至少一类膝关节问题相关的标准曲线存储在数据库 112 中。一类具有一个或多个膝关节问题,该问题与膝关节生物力学的可量化效果相关;因此与膝关节的生物力学曲线的可量化效果相关。

[0062] 如果该类别定义了一个单一的膝关节问题,那么它定义了特定已知的膝关节损伤、病理或膝关节生物力学缺陷。如果该类别将各种已知的膝关节问题重新组合,那么它与损伤、病理和生物力学缺陷的组合相关,比如说该组合是在医疗领域中被通常记录为归入给定的特定膝关节问题类别。在一个实施例中,与每个类别相关的标准曲线被认为是在医学领域中表示一特定膝关节问题或者一组特定膝关节问题的生物力学曲线。

[0063] 仍然参考图 2,处理设备 104 从数据库 112 中读取标准曲线。接下来处理设备 104 在这些标准曲线和生物力学曲线上应用模式识别技术,从而由处理设备 104 做出对被分析的膝关节生物力学曲线的归类。

[0064] 在处理设备 104 中运行模式识别和归类。按照储存在存储器 106 中的指令(也称作编码),可以使用不同类型的模式识别(也称为模式归类)技术。例如,可以使用由计算机实现的生物力学曲线和标准曲线之间的任何模式识别,例如基于生物力学曲线提供自动机器归类和决策的任何类型机器学习技术。可能的实现方式的非穷尽列表包括:参数或非参数技术(a parametric or a non parametric technique)、神经网络(a neural network)、最近领域归类技术(a nearest neighbour classification technique)、投影技术(a projection technique)、决策树技术(a decision tree technique)、随机方法(a stochastic method)、遗传算法(genetic algorithms)以及无监督学习(an unsupervised learning)和聚类技术(clustering technique)。

[0065] 基于来自模式识别技术的结果,处理设备 104 接着将膝关节的生物力学曲线归类到多类已知膝关节问题中的一类。

[0066] 一旦完成生物力学曲线的归类,基于生物力学曲线所归入的类别识别出问题,且

由处理设备 104 输出所识别的问题。更具体地,所识别出的问题对应于膝关节问题类别中生物力学曲线被处理设备 104 所归入的类别的膝关节问题。例如,如果生物力学曲线被归入与半月板撕裂相关的标准曲线类别中,那么所出的问题对应或至少包括半月板撕裂。在一个实例中,当生物力学曲线被归入与超过一个问题相关的类别中时,所识别出的问题实际上可以组合超过一个的膝关节问题。

[0067] 除了标准曲线,数据库 112 还可以存储膝关节的生物力学曲线、任何类型的患者标识数据、以及从传感器 102 接收的生物力学数据。在一个实施例中,数据库 112 存储有多组标准曲线;每组都与特定的病理和 / 或损伤和 / 或生物力学缺陷相关。

[0068] GUI108 与显示设备 110 相互通信,并与处理设备 104 通信(在一个实施例中,与存储器 106 通信)。以具体情况为准,GUI108 接收被分析的膝关节一个类别或类别的组合以及所识别出的问题。然而,在任何一种情况下,GUI108 在显示设备 110 上显示一个类别或类别的组合以及所识别出的特定问题,包括所涉及膝关节问题的描述。GUI 也可显示由生物力学数据生成的生物力学曲线。

[0069] GUI 允许用户交互,以在显示设备 110 上激活特定显示设置,用于根据用户偏好显示以下任一个或其组合:生物力学曲线、诊断以及与所识别问题有关的标准曲线。

[0070] 继续参照图 2,值得注意的是,在一个实施例中,传感器 102 具体为广泛使用的三维(3D)膝盖运动分析仪,例如在美国专利号 7,291,119 中所描述的,并具有一组适于获得膝关节股骨-胫骨运动的运动学数据的跟踪传感器。但是,传感器 102 可以是任何类型的动态 1D、2D 或 3D 膝关节分析仪,其基于用来监测加速度、位置和速度的一种或多种现有技术的组合,例如光学、电磁、加速度计中的任何一个或组合。

[0071] 除了上述装置外,值得注意的是在一个实施例中,装置 100 适于执行在下面详述的参考图 3 描述的方法 300 中任何步骤。例如,装置 100 的一个实施例适于在运动期间(也就是相对于时间)输出膝关节的量化函数。以相同的方式,装置 100 也可适于将同一膝关节的当前生物力学曲线与较旧的(也可以称为过去的或先前的)生物力学曲线相比较,并在给定期间内量化当前的和过去的生物力学曲线之间的问题的进展(改善或退化)。其他可选功能还包括按照它们各自的重要程度、优先级或其组合来排序多个识别出的膝关节问题,例如病理、损伤和生物力学缺陷;在产生和显示生物力学曲线之前将生物力学数据标准化;产生关于被分析的患者膝关节的完整报告。

[0072] 值得注意的是,当装置 100 被描述为接收来自传感器 102 的生物力学数据时,在一个实施例中,这样的生物力学数据只代表运动学数据。但是,在其他实施方式中,生物力学数据是以下的任何一个或组合:运动学数据、动力学数据和地面反作用力。在一个实施例中,也接收另外的数据,如患者数据、专业诊断数据、以及临床信息。值得注意的是,装置 100 能够仅依靠运动学数据以提供本文中描述的功能(即在一个实施例中,运动学数据是输入处理设备 104 的唯一输入)。

[0073] 图 3 示出根据一个实施例的用于评估膝关节和识别膝关节问题的方法 300 的流程图。

[0074] 在步骤 302 中,从传感器接收生物力学数据。生物力学数据代表膝关节按照参考图 1a-1b 在上面定义的三个运动平面中的一个而执行的运动。在一个实施例中,当膝关节正在执行运动时接收生物力学数据。

[0075] 在步骤 304 中,基于接收的生物力学数据产生生物力学曲线。生物力学曲线表示执行运动时膝关节在三个运动平面中的至少一个的运动。

[0076] 在步骤 306 中,使用应用到至少一组标准曲线上的模式识别技术将生物力学曲线归类到至少一类膝关节问题中。预先将该组标准生物力学曲线与多类膝关节类别中的一类相关联(也就是说,当存在超过一组时,每组都与一个类别相关联)。

[0077] 在一个实施例中,步骤 306 包括将生物力学曲线与该组标准生物力学曲线相比较。在一个实施例中,使用了关联模型(correlation model)。

[0078] 同样如上文所述,一类膝关节问题定义了一个或多个对膝关节生物力学存在影响的已知膝关节问题(也就是说,生物力学曲线将会反映一个或多个膝关节问题)。如果该类别与单一的膝关节问题相关,那么该类别定义了与膝关节相关的特定已知膝关节损伤、病理或者生物力学缺陷。如果该类别将各种已知的膝关节问题重新组合,那么举例来说,它与损伤、病理和生物力学缺陷的任一个的组合相关。这样的问题在医疗领域中被通常记录为归入给定的特定膝关节问题类别。在某些情况下,一种生物力学曲线被归类到多种类别中,这种情况下膝关节具有包括多种类型膝关节问题的缺陷。

[0079] 在步骤 308 中,基于步骤 306 的结果,识别出与被分析的特定膝关节相适应的膝关节问题。由于多类中的每一类都表示至少一个特定膝关节问题(即病理、损伤或生物力学缺陷),生物力学曲线归类所根据的该至少一种类别表示了膝关节的特定膝关节问题。由计算机设备按照方法 300 执行对于这样相应的膝关节问题的识别,从而在医疗诊断中提供辅助。

[0080] 在步骤 310 中,将所识别的问题存档用于进一步分析、报告或在任意类型的输出上显示,如电子邮件或例如其它送达授权用户的基于网络的通知。

[0081] 在一个实施方式中,步骤 306 涉及将生物力学曲线归类到与多个膝关节问题相关的多类中的一类,在步骤 308 中识别出的问题包括超过一个的问题。在此情况下,方法 300 包括另一个可选步骤(图 3 中未示出),该可选步骤为根据为一系列可能的膝关节问题而预先定义的一组优先级将多个识别出的问题排序,可选地或附加地,该排序根据诊断出的每个膝关节问题中的各自相关的严重程度来完成。

[0082] 在一个实施例中,该组优先级由用户用用户图形界面(GUI)通过用户交互手动输入来建立。在另一实施例中,在执行方法 300 的处理设备中默认设置该优先级。

[0083] 为了评估诊断出的膝关节问题的严重程度,在此首次指出,在一个实施例中,与诊断出的膝关节问题相关的一个或多个标准生物力学曲线提供一个数据范围,患者生物力学曲线通过步骤 306 的模式识别被确定在该数据范围内的吻合。分析在此范围内吻合的患者生物力学曲线的形状以提供严重程度。在一个具体情况下,例如,患者的生物力学曲线的形状被确定为位于标准曲线的数据范围的端点内,该严重程度被认为高于如果形状被确定为位于数据范围中间部位的情况。可以使用其它基于任何种类误差分析技术的用于确定严重程度的技术。

[0084] 在一个实施例中,步骤 304 还包括在运动期间相对于经过的时间将膝关节函数量化。

[0085] 在一个实施例中,步骤 306 应用的模式识别技术是任何类型的计算机可执行的模式识别,包括例如能够基于生物力学曲线和标准曲线进行自动机器归类和决策的机器学习

技术。

[0086] 在一个实施例中,步骤 306 中的归类包括确定相似量(也称作关联(adherence))。确定步骤 308 依赖于相似量。由于相似量也表示步骤 308 中所进行的归类的可靠性程度,它也作为可靠度指标。

[0087] 继续参照图 3,值得注意的是,除了所示出的步骤 310 外,在一个示例中,方法 300 包括显示允许用户交互的图形用户界面(GUI)。例如,用户能够输入偏好、或请求特定数据的特定显示类型。

[0088] 此外,方法 300 也可选地包括按照给定的格式显示生物力学曲线。该格式可以按照用户输入的偏好或默认设置。在一个实施例中,显示可选地包括产生一组图形示意图来表示在运动期间由运动传感器按照三个运动平面中的至少一个检测到的数据。在一个实施例中,按照度数来提供运动平面,根据运动执行的百分比来提供在膝关节运动期间经过的时间。图 4a、4b 和 4c 提供了图形说明的示例,分别示出如上面参照图 1 所述的三个运动平面 M1、M2、M3 中的每一个的平面度数相对于已执行过的运动(这里是步态周期)的百分比的图形。更具体地,图 4a 示出屈-伸平面 M1;图 4b 示出外展-内收平面 M2;而图 4c 示出内-外旋转平面 M3。

[0089] 再参照图 3,在显示 GUI 的实施例中,用户可以与 GUI 交互,可选地选择并放大局部生物力学曲线用于显示。此选项允许用户在运动期间,在特定的时间看到角运动的特定角度;这有助于检测相对细微的膝关节运动。

[0090] 继续参考方法 300,步骤 302 包括接收至少一种运动学、动力学数据和表示地面反作用力的数据作为生物力学数据。动力学数据和地面反作用力数据通过传感设备如测力板以及配有传感仪器的跑步机来接收。

[0091] 在一个实施例中,步骤 302 可选地包括接收附加的数据,例如患者信息数据,以及临床信息数据,例如由医疗从业者输入的数据(或从存储有该患者、或与患者相关的临床数据的数据库中读取)。患者数据可包括患者标识,而临床数据可包括与患者相关联的以往诊断结果,或例如任何其他由医疗护理专家输入的注意事项。虽然在步骤 302 中可接受其他来源的数据,当使用从一组运动传感器接收的运动学数据作为唯一的输入时,方法 300 和本文中描述的所有其他可选步骤也是可以实现的。

[0092] 当步骤 302 包括接收动力学数据时,步骤 304 包括显示生物力学曲线,并可选择地在曲线内显示动力学数据。对于地面反作用力也是一样。在一个实施例中,动力学数据或地面反作用力的显示包括根据例如在运动执行期间起作用的三种力来产生一组图形示意图。在一个实施例中,分别按照图 5a、5b 和 5c 所示的,这些力分别对应于垂直力、外侧-内侧力以及后-前力。在图 5a、图 5b 和 5c 的示意图形中,将患者身体体重(BW)的百分比作为地面反作用力的量来提供,而运动期间经过的时间(这里是一个步态周期)依据运动完成的百分比来提供。

[0093] 除上述之外,方法 300 还可包括另一步骤,藉此将生物力学曲线与针对同一膝关节产生的过去的生物力学曲线相比较。基于这样的比较,将治疗效果量化以对给定治疗的成功或者失败进行评估。以同样的方式,通过类似的比较可以评估随着时间膝关节状况的退化/改善。在一个示例中,这样的比较包括叠加过去的和现在的曲线(或前和后治疗曲线)。

[0094] 仍参考图 3, 步骤 304 可选地包括将在步骤 302 中接收的生物力学数据标准化, 以产生膝关节标准化生物力学曲线。可替代地, 可在根据给定格式显示生物力学曲线之前在步骤 310 中或者之后执行该选项, 由此该格式化中包括数据的标准化。

[0095] 最后, 值得注意的是, 在一个实施例中, 方法 300 还可提供报告的生成。该报告被建立为包括例如患者数据、生物力学曲线(根据用户爱好格式化)、以及关于由执行方法 300 得到的所识别问题的数据的信息。在一个示例中, 报告中还可选地按照用户的爱好提供动力学数据、关于地面反作用力的数据或者其组合。

[0096] 其它临床数据也可作为报告的一部分, 例如医疗从业者想要给患者或其它从业者的记录和表示。

[0097] 下面提供了可在典型报告中找到的数据示例: 实施的医疗专业人员的姓名; 咨询日期; 患者姓名; 与咨询和报告中任一相关的其他个人的姓名; 背景的简要描述(例如, 患者年龄; 左、右膝关节疼痛; 任何损伤的详情; 相关事件的日期和描述; 以前的检查类型和日期(如果存在); 以前的相关膝关节损伤和 / 或病理(如果存在)); 在评估期间执行的运动类型; 从生物力学数据中注意到的并在生物力学曲线中反映出的生物力学缺陷的描述性总结(例如, 在步态承重阶段(gait loading phase) 期间屈曲运动中的缺陷, 在蹬离阶段(push-off phase) 期间的膝关节屈曲受限; 在承重阶段(loading phase) 期间重要的内部胫骨旋转); 其它任何通过分析有关活动中的力(也就是, 动力学或地面反作用力, 或其组合)的数据而记录下的其它生物力学缺陷的描述性总结, 例如承重阶段时间, 关于一个膝盖与另一个膝盖相比所涉及的力(当数据存在时), 暂停(breaking) 和蹬(pushing) 时的缺陷; 有关视频数据(当在曲线中提供时)的其它记录 - 也就是例如跛行的任何迹象; 检查后的结论; 诊断结论和治疗建议。

[0098] 值得注意的是, 本发明也考虑了包括指令的计算机可读介质, 上述指令使处理设备实现执行方法 300 的上述实施方式。

[0099] 现在参考图 4a, 根据一个实施例, 示出了与健康范围相比较的步态周期期间患者一个膝关节伸 - 屈程度的图形示意图。图 4b 是根据一个实施例的在步态周期期间患者一个膝关节外展 - 内收程度的另一个图形示意图; 而图 4c 是根据一个实施例的在步态周期期间患者一个膝关节内 - 外旋转程度的另一个图形示意图; 在所有三个图形中, 灰色区域提供在通常健康主体中可见的健康膝关节运动的指示。实线代表患者膝关节的平均角运动, 而虚线表示关于健康膝关节运动的标准偏差。

[0100] 产生的报告包括关于例如图 4a、4b 和 4c 中那些图形的分析评论。例如, 由图 4a 可能识别出运动中每个阶段的平面运动程度, 从脚首次触地(如果运动是步态)、承重阶段、支撑阶段、蹬离阶段、至摆动阶段。也按照程度提供角运动的总幅度, 该程度被量化为落在健康或不健康范围内。

[0101] 在关于动力学数据的报告中也提供类似的分析意见(当适用时), 如例如图 5a、5b 和 5c 那样的图形说明所提供的。根据一个实施例, 图 5a 是在步态周期期间施加在患者身上的垂直地面反作用力的图形说明; 根据一个实施例, 图 5b 是在步态周期期间施加在患者身上的内 / 外侧(medial/lateral)地面反作用力的图形说明; 根据一个实施例, 图 5c 是在步态周期期间施加在患者身上的前 / 后地面反作用力的图形说明。所有的力用患者的体重(BW)来表示, 而时间由步态周期的完成比例来表示。

[0102] 虽然优选实施方案已在上文描述并在附图中阐明,对本领域技术人员显而易见的是,在不脱离本发明实质的情况下可以做出修改。这样的修改被认为是包括在本发明范围内的可能变形。

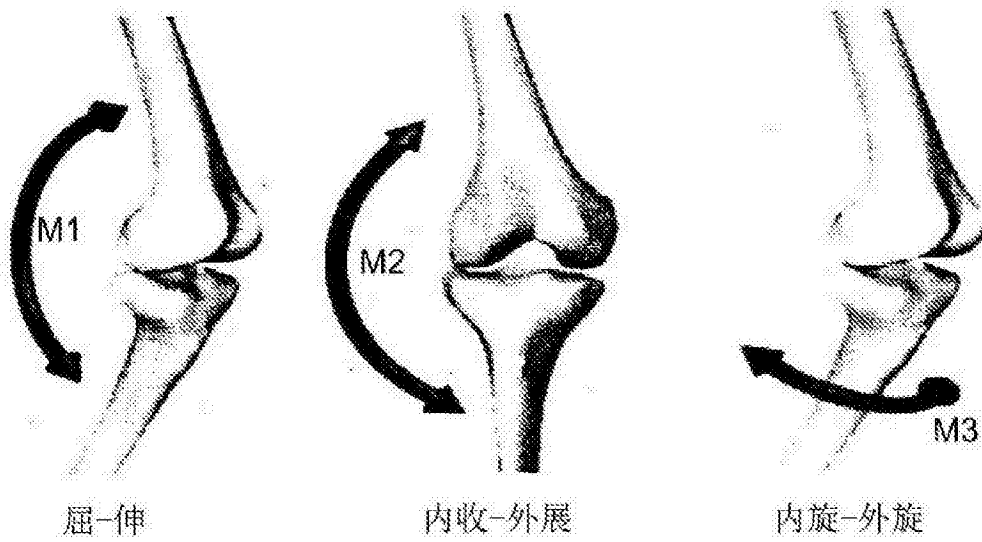


图 1a(现有技术)

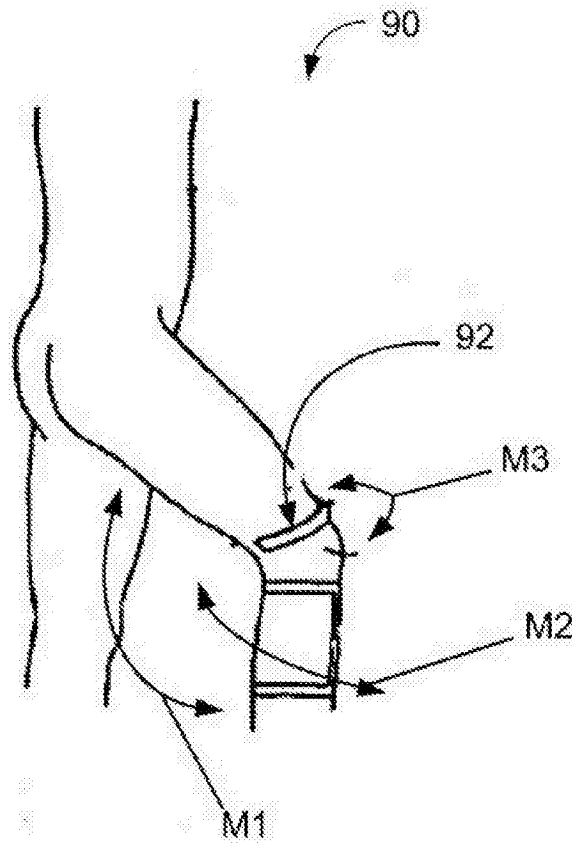


图 1 b

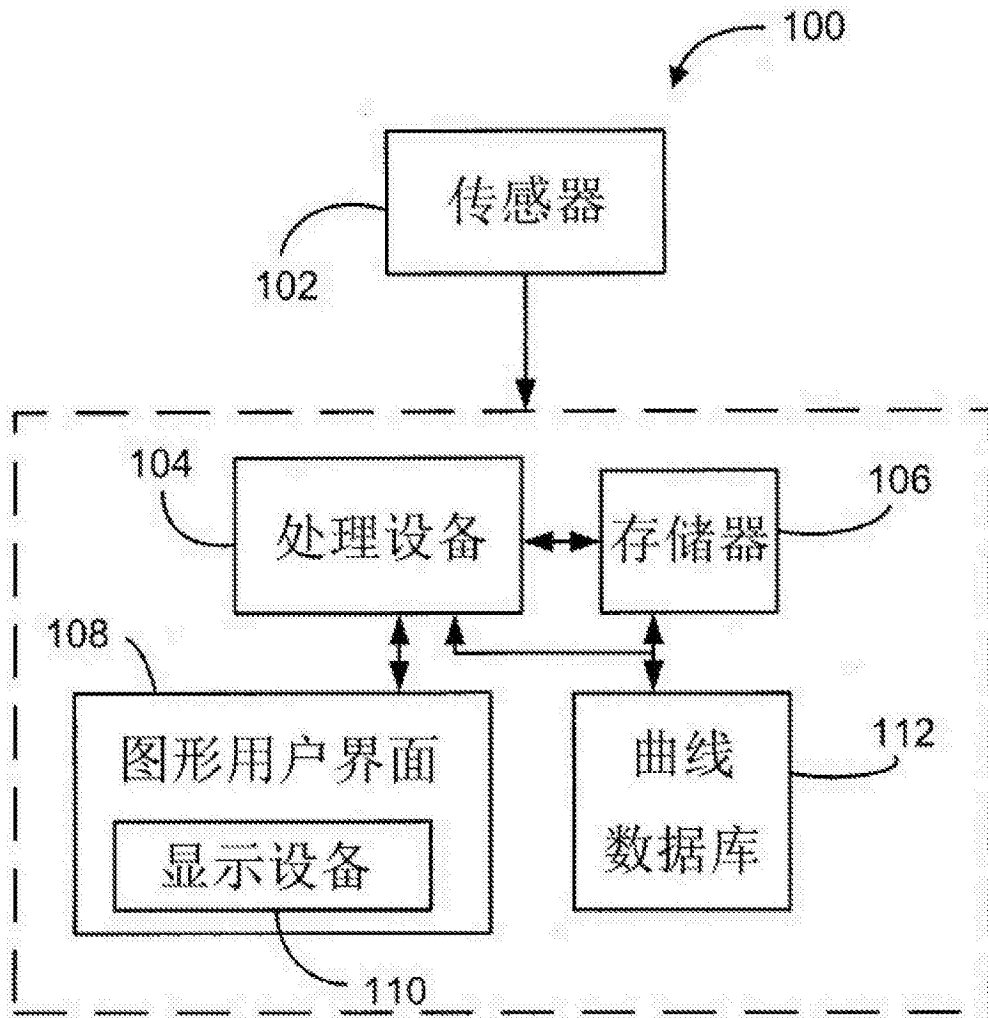


图 2



图 3

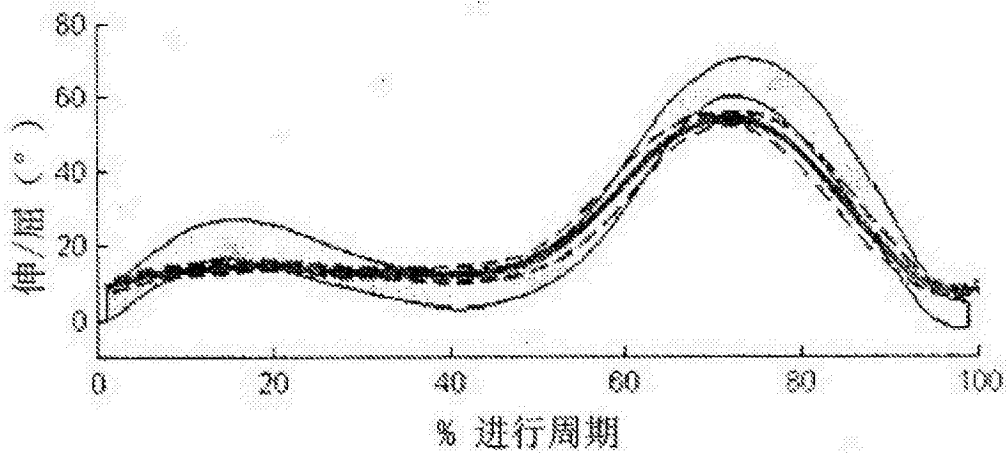


图 4a

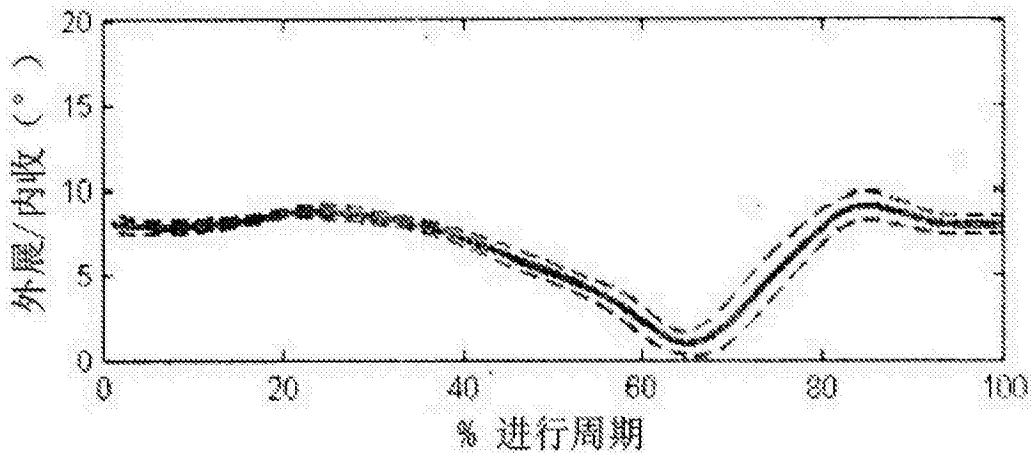


图 4b

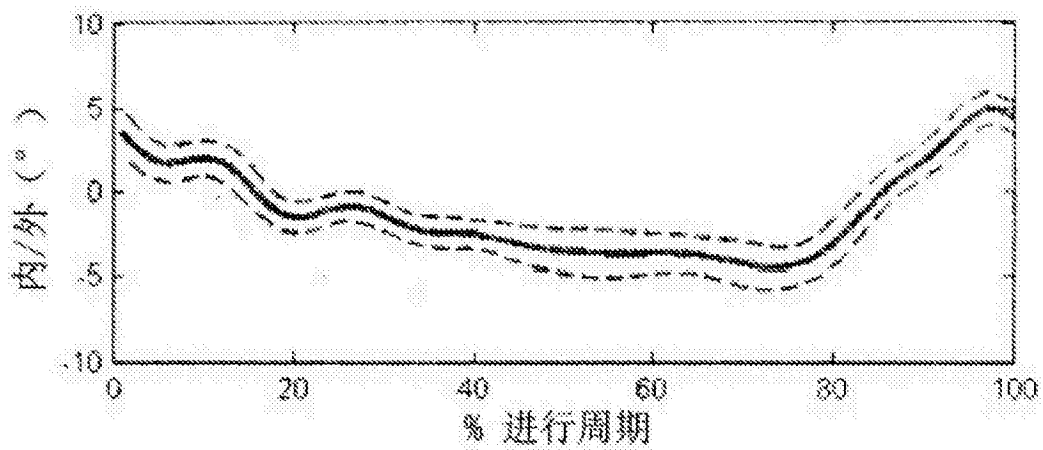


图 4c

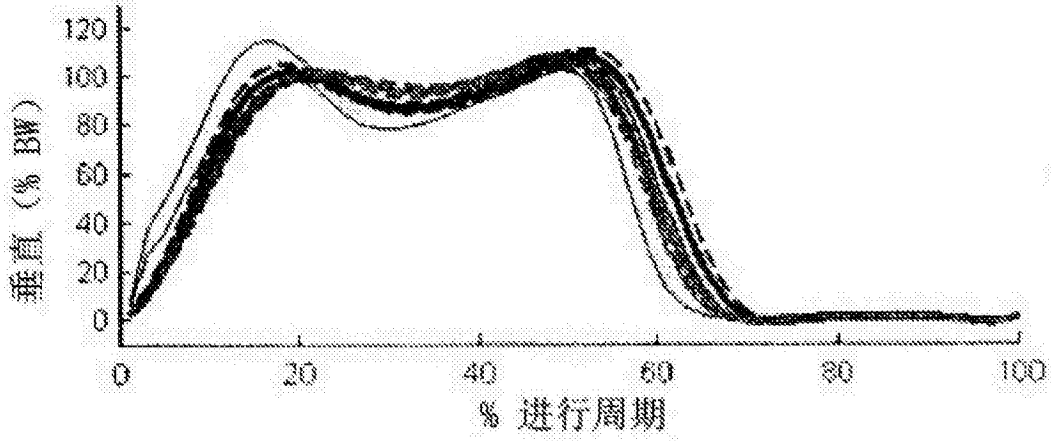


图 5a

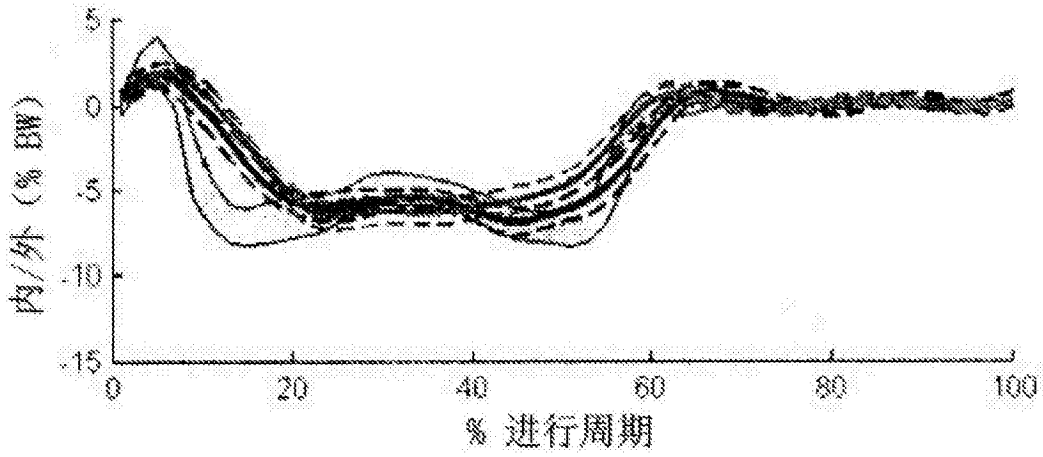


图 5b

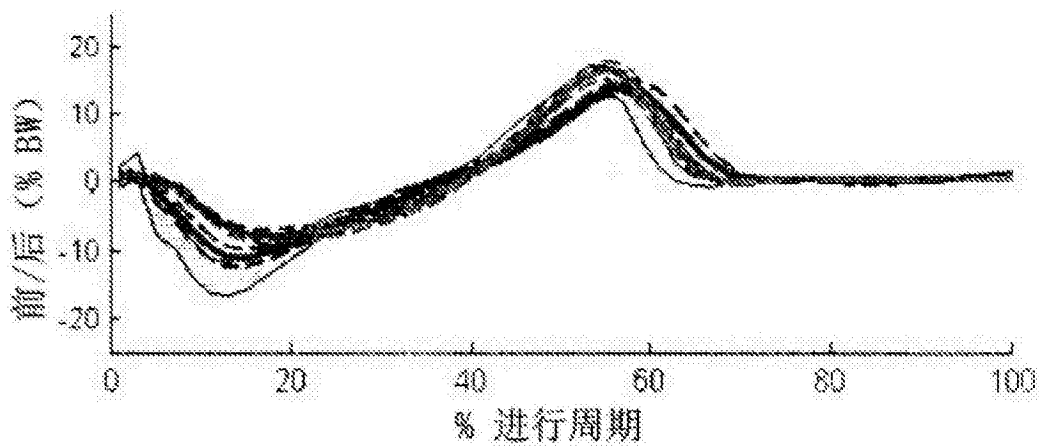


图 5c