

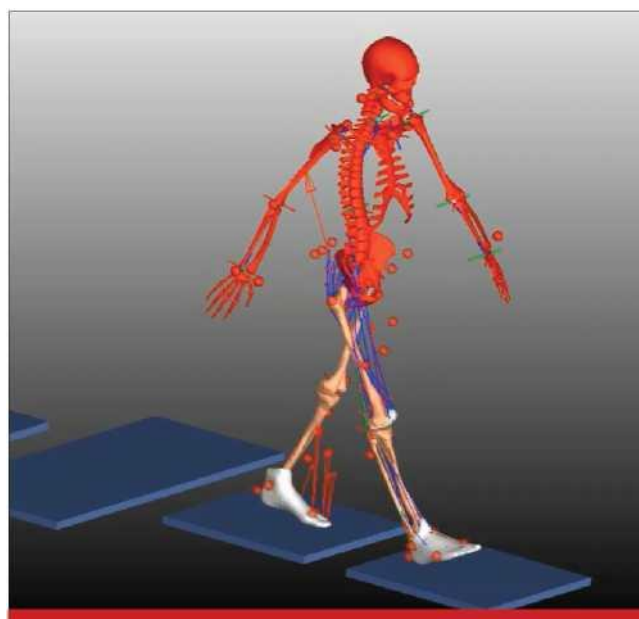
案例分析：密苏里大学

Adams 仿真帮助诊断膝盖病

概述

人类曾经探索过太空、大洋深处，并能回溯过去数百万年的历史。但是，在对人体及其工作方式的认知方面，仍然存在着惊人的大量空白。例如，膝关节处于足底到骨盆的动力学链的中心点。但胫骨与股骨之间的连接所形成的几何约束却微乎其微。需经由大量软组织结构的运作来实现膝关节的稳定性。

这些结构的详细工作方式在很大程度上仍是未知的。MSC 的 Adams 是一种多体动力学仿真解决方案，可提供正确的深入分析，有助于更加透彻地了解膝关节的内部运作。



“展望未来，这项技术有可能在诊断膝关节疾病、改进外科手术方面取得重大进展，还会让我们在以及其他方面受益匪浅。”

Trent Guess，密苏里大学理疗与整形外科副教授

背景

典型的例子就是半月板的作用。半月板为其承坐的股骨形成杯状结构，从而帮助稳定膝关节。此外，半月板还可以起到吸收冲击的作用，缓冲来自股骨的压缩力并传播到更大范围的胫骨上。但我们对于半月板的许多方面仍然一无所知。而这些方面正是 MSC 的 Adams 大显身手之处。

不久之前，外科医生还经常会摘除受损的半月板，但如今这一做法已经非常少见，这是因为我们知道半月板在维持膝关节稳定性方面有着极其重要的作用。而半月板对于我们而言仍有很多未解之谜。例如，当那些将半月板包裹至胫骨的韧带松弛时会出现什么情况？容易诱发这种情况的起因是受伤还是年龄？更深入地了解膝关节的生物力学能带来广泛的潜在效益，例如预防受伤、改进治疗方法。

密苏里大学 Mizzou 运动分析中心 (MAC) 的研究人员认为，加深对半月板的了解有可能需要对传统分析法进行提升。他们需要一种多体动力学仿真工具，这种仿真应能重现由肌肉驱动的荷载和运动，并且拥有对所有的膝关节连接组织进行建模时所需的计算能力。他们选定的软件工具就

是 Adams。

解决方案及其验证

MAC 研究人员采用 Adams 多体动力学软件来开发最全面、最逼真的膝关节仿真。他们首先为受试者配装标示器。他们利用一个运动捕获系统来记录受试者在实验室内行走、活动时这些标识器的移动。通过核磁共振成像 (MRI) 技术捕捉骨骼、软骨、半月板及韧带的图像。利用测力板来测量地面接触力、利用 EMG (肌电图) 来测量肌肉活动。

然后用采集到的数据来创建每个受试者的各个内部肌骨骼系统的 Adams 模型。每个模型由 21 个刚体节段、53 个旋转关节以及 43 块腿部肌肉组成。定义每个标示器位置的运动约束，并在约束与相应的体节之间放置一个三轴弹簧。这样就能实现刚体骨骼相对于运动约束的移动。将核磁共振成像衍生出的皮肤几何体分为五个刚性体，藉此对足底与地面的接触进行建模。然后定义上述刚体与地面的接触为刚柔接触。

主要亮点：

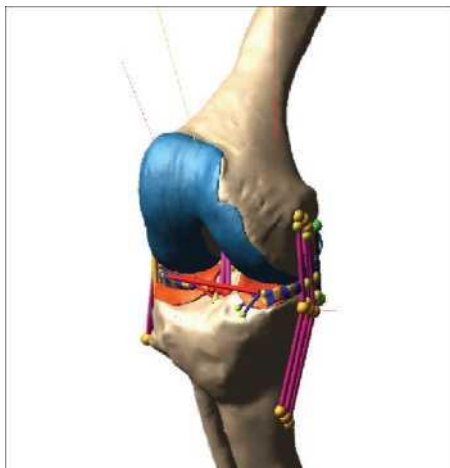
产品：Adams

行业：医疗

收效：

- 利用与实物实验结果超过 90% 的相关性来预测地面反作用力
- 准确预测内部接触力
- 确定半月板内部松弛的影响

采集这些实验性运动数据能够为模型运动时提供约束下的步态动力学输入。模型受到关节、膝盖处的接触和韧带力以及地面接触力的约束。为确定运动期间的肌力和膝盖荷载进行了一次向前步行的动力学仿真，预测了膝盖组成部分之间的接触力，例如胫骨与半月板之间、胫骨与股骨之间的接触力，以及作用在膝盖韧带上的作用力，例如前十字韧带 (ACL)。



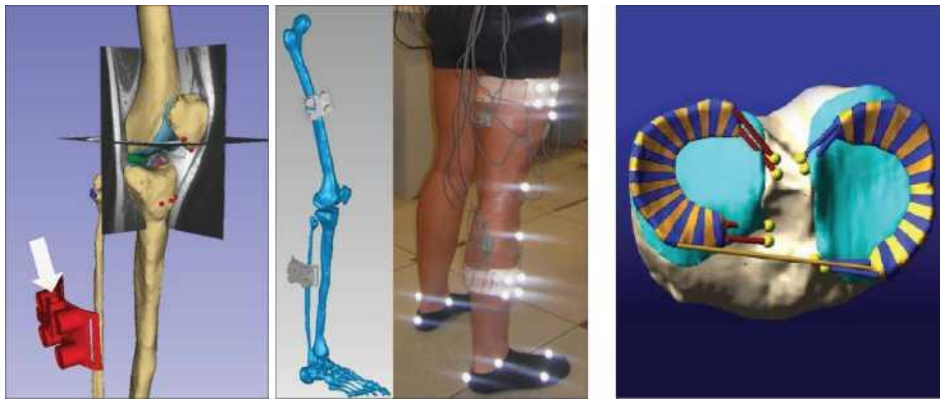
骨骼、软骨及半月板的 Adams 模型



膝盖和标示器 (箭头处) 的 MRI 图像

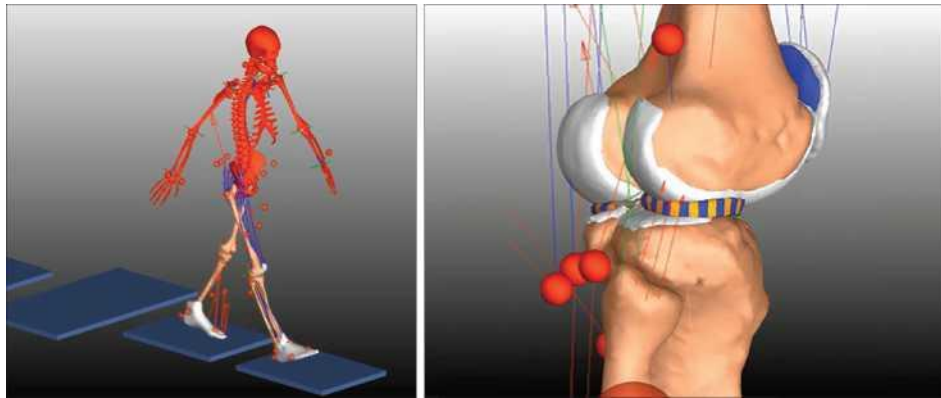


膝盖的 MRI 图像，在 MRI 及运动捕捉过程中可看到标示器 (箭头处)

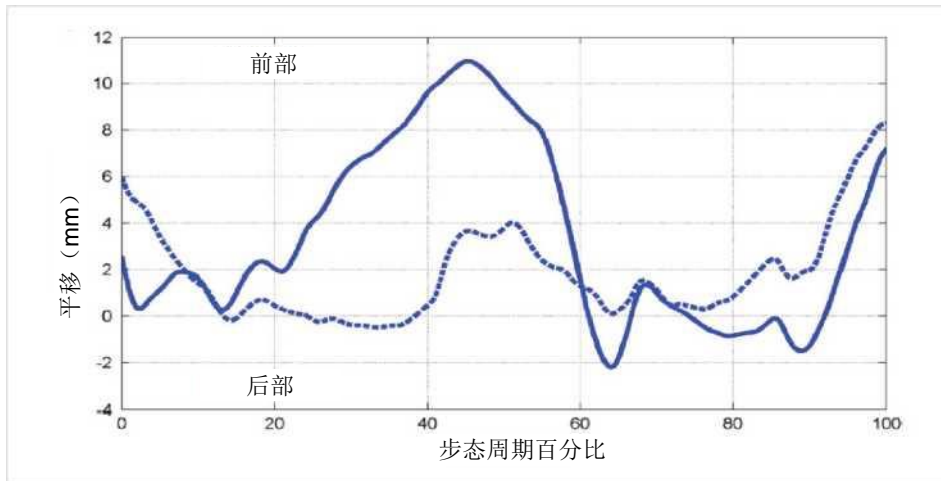


运动捕捉系统所记录的标示器位置

根据 MRI 扫描创建的半月板 Adams 模型



Adams 膝盖仿真：运动重现捕捉系统测试（左图）和膝关节的精细观察（右图）



半月板的生物力学机能随半月板附着带长度的增加而下降

在步行动力学仿真中, Adams 与 Simulink 进行数据整合的能力对建立准确的膝关节仿真起到了关键作用。通过在 Adams 和 Simulink 的联合仿真, 研究人员能够在仿真过程中获得至关重要的关键性真知灼见。

结束语

半月板的生物力学机能随半月板附着带长度的增加而下降。

借助于 Adams, MAC 研究人员得以逐步掌握膝关节半月板机能的复杂性。他们发现, 韧带长度增加到 20% 左右时, 几乎可以让行走中经由半月板所传送的力完全丧失。如果半月板所吸收的作用力减小, 胫骨与股骨之间直接传送的作用力就会增大, 这有可能会加剧关节损伤和疼痛。上述结果使研究人员和医生不仅能做到的放矢, 还能比以前更加有效地防止未来的疼痛及损伤。

密苏里大学理疗与整形外科副教授 Trent Guess 指出: “多体动力学为我们加深对膝关节机能的了解提供了极大的帮助。展望未来, 这项技术有可能在诊断膝关节疾病、改进外科手术方面取得重大进展, 还会让我们在其他方面受益匪浅。”

关于密苏里大学

密苏里大学成立于 1839 年, 是美国密苏里州规模最大的大学, 目前在校生超过 35,000 人。Mizzou 运动分析中心从属于理疗系, 该中心集生物力学工程、整形外科及理疗方面的研究于一身, 旨在改进对人体运动的测量与维护。

有关 Adams 及其他案例分析的更多信息, 请访问 www.mscsoftware.com/adams

MSC 软件公司(北京)

Add: 北京市朝阳区望京西路
甲50号卷石天大厦A座
14层03-06单元 (100102)

Tel: 010-8260-7000

Fax: 010-8260-7478

MSC 软件公司(上海)

Add: 上海市延安西路726号
华敏翰尊国际广场12楼
E&L (200050)

Tel: 021-6332-6655

Fax: 021-6332-1679

MSC 软件公司(深圳)

Add: 深圳市福田区金田路
3038号现代国际商务大厦
3108B(518048)

Tel: 0755-2381-1895

Fax: 0755-2381-1896

MSC 软件公司(成都)

Add: 成都市人民南路二段18号
红照壁川信大厦
11层A-2座 (610016)

Tel: 028-8619-9275

Fax: 028-8621-9222

MSC 软件公司(台湾)

Add: 台北市中山区
林森北路577号
7楼之2 (104)

Tel: 02-2585-1228

Fax: 02-2585-7819