

Российская академия наук
 Российский фонд фундаментальных исследований
 Институт прикладной физики РАН
 Федеральное государственное учреждение
 Нижегородский НИИ травматологии и ортопедии Росмедтехнологий
 Нижегородский государственный педагогический университет
 Министерства образования РФ
 Институт механики МГУ
 ЗАО «Нижегородское агентство наукоемких технологий (НАНТ)», Н. Новгород

БИОМЕХАНИКА-2008

IX Всероссийская конференция по биомеханике

20 – 24 мая 2008 г., Нижний Новгород

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

БИОМЕХАНИКА-2008. IX Всероссийская конференция по биомеханике: Тезисы докладов. Нижний Новгород: ИГФ РАН, 2008.

IX Всероссийская конференция, как и восемь предыдущих, является плановым мероприятием Российской академии наук. Она проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

В сборнике опубликованы рефераты шести обзорных лекций и тезисы 134 докладов, в том числе по секциям: "Общая биомеханика" – 31, "Инженерная биомеханика" – 29, "Медицинская биомеханика" – 57, "Биомеханика спорта" – 11, "Преодоление биомеханики" – 6.

Доклады присланы из США (Каламбус, Портланд, Чикаго), Сербии (Нови Сад), Украины (Днепропетровск, Киев, Кировоград, Симферополь, Харьков), Широко представлена география российских городов: Белореченск Краснодарского края, Владивосток, Екатеринбург, Иваново, Иркутск, Курган, Майкоп, Москва и Московская область, Нальчик, Нижний Новгород, Новосибирск, Пермь, Петропавловск, Ростов-на-Дону, Саратов, Санкт-Петербург, Сочи, Таганрог, Томск, Чебоксары и др.

Материалы сборника структурированы в пять разделов, соответствующих тематике секций конференции. Кроме того, в отдельный раздел выделены рефераты обзорных лекций. По сложившейся традиции сборник открывают материалы, связанные с историей Нижнего Новгорода.

В разделах сборника лекции и тезисы расположены в алфавитном порядке, по фамилии первого автора. В конце сборника помещён авторский указатель.

Редакционная коллегия:

*В.Д. Аннонец, Н.М. Анишкина, С.В. Димитриев, Н.Н. Крапина,
Г.А. Любимов, Н.А. Пономарёва, Г.В. Смирнов, А.А. Штейн*

*Конференция проводится при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
(грант РФФИ № 08-01-06042-э)*

НИЖНИЙ НОВГОРОД. 2007 – 2008 гг.

За те два года, что прошли со дня последней конференции, в жизни Нижнего Новгорода произошло немало интересных событий. Среди них: открытие самого большого и самого современного в России планетария; открытие лучшего, по словам известного укротителя Мстислава Запашного, цирка в Европе: открытие памятника основателю Нижнего Новгорода князю Георгию Всеволодовичу, 160-летие нижегородского водопровода, 140-летие М. Горького, 60-летие нижегородского троллейбуса и ряд других значимых событий.

Нижегородский планетарий

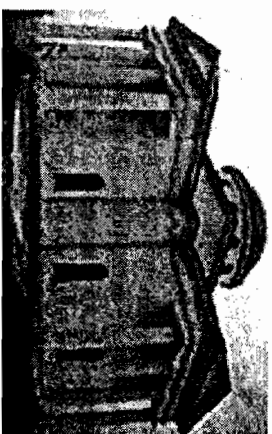


Фото 1

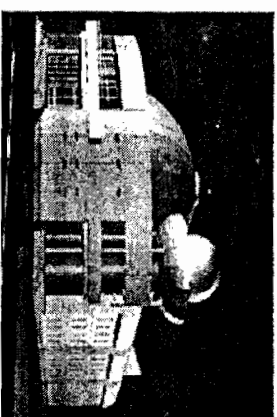


Фото 2

Нижегородский планетарий был открыт 1 сентября 1948 г. в здании Алексеевской церкви на территории Благовещенского монастыря (фото 1). Он стал вторым планетарием в СССР после московского, начавшего свою работу в 1929 г. Это был планетарий малого типа, в котором небесные тела проектировались на купол-экран диаметром 8 метров со зрительным залом около 80 человек. Здесь выступали с лекциями кандидат физ.-мат. наук В.И. Туранский (1887–1966), доктор физ.-мат. наук С.А. Каплан (1921–1978), член-корр. РАН В.С. Троицкий, доктор физ.-мат. наук, проф. Л.М. Ерухимов (1936–1997); доктор физ.-мат. наук, лётчик-космонавт Г.М. Гречко; доктор физ.-мат. наук А.В. Засов, доктор физ.-мат. наук В.И. Фесенко, академик РАН В.В. Железняков, доктор физ.-мат. наук Н.Г. Бочкарев и другие известные деятели науки и культуры. Почётные члены коллектива Нижегородского планетария: лётчик-космонавт дважды герой СССР Г.М. Гречко; профессор МАИ, академик Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского Г.А. Полтавец; космонавт-исследователь В.Л. Пономарёва; космонавт-испытатель доктор техн. наук, профессор М.Н. Бурлаев. Многие годы совет Нижегородского планетария возглавлял профессор Я.И. Ханнин. Планетарий тесно сотрудничает с Нижегородским кружком любителей физики и астрономии (основан в 1888 г.), Евро-Азиатским астрономическим обществом, Тихоокеанским астрономическим обществом, Ассоциацией планетариев Украины и другими организациями научно и просветительского профиля.

центра давления у больных почти в 2 раза больше при закрытых глазах, при открытых — отгибания менее выражены. НПВ (нормированная площадь векторограммы) у пациентов с БП также больше, чем у здоровых.

У БП увеличено влияние закрыывания глаз на такие параметры стабильности траекции, как линейная скорость перемещения центра давления (ЦД), качество функции равновесия, площадь векторограммы. И при открытых и при закрытых глазах у пациентов резко увеличен КРИНД. У пациентов при открытых глазах уменьшена площадь эллипса, в котором происходит перемещения ЦД.

В тесте со ступенчатым воздействием испытываемые должны были отслеживать курсором, отражающим положение ЦД, скачкообразные перемещения мишени по экрану. Их просили выполнять движения как можно быстрее. У пациентов с БП амплитуда начального отклонения в противоположном направлении (размах), амплитуда движения, величина переуравновливания и скорость движения при отслеживании скачка мишени были меньше, чем в контрольной группе. Особенно сильно отстает у больных скорость броска (в 1,5–2 раза меньше у больных). Такие же различия наблюдаются и при возврате в исходное положение.

Опыты с вибрационной стимуляцией проприорецепторов мышц показали, что здоровые более чувствительны к воздействию вибрации. У пациентов было трудно вызвать тонический вибрационный рефлекс; отклонение среднего уровня стабилотрама под действием вибрации у пациентов было мало или отсутствовало. Вместе с тем у части пациентов вибрация вызывала большие колебания положения ЦД и позную неустойчивость, не характерную для здоровых.

Работа поддержана программой Президиума РАН «Фундаментальные науки — медицине».

Авторы выражают благодарность Л.А. Черниковой и Е.Ю. Корнюхиной за помощь в организации исследований.

127994, Москва, ГСП-4, Большой Каретный пер., 19,
тел.: 8-495-650-28-95; e-mail: lab9@iirp.ru,
Левик Юрий Сергеевич

СТИМУЛИРОВАНИЕ ФОРСИРОВАННЫХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МАНЕВРОВ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АППАРАТУРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОМЕХАНИКИ ДЫХАНИЯ

В.А. Довида, А.А. Попов, Ю.С. Синекон, М.-А.А. Эль Шебах

Национальный технический университет Украины
Киевский политехнический институт

Исследование параметров биомеханики дыхания составляет главную задачу функциональной диагностики легких и ставит целью определение сопротивляемости дыхательных путей $R_{\text{дв}}$, растяжимости легких $C_{\text{дв}}$ инерционного сопротивления легких I . При массовых обследованиях эти параметры определяются опосредованно методом спирометрии, при котором измеряются характерные объемы и объемные скорости форсированного выдоха.

Поскольку форсированные дыхательные маневры не характерны для спонтанного дыхания, то их исполнение требует не только приложении максимальных усилий дыхательной мускулатуры, но и определенной тренированности исследуемого пациента, его сознательного участия в исследовании. Стандарты качества спирометрических тестов, принятые Американским торакальным обществом (ATS) и Европейским респираторным обществом (ERS), требуют соблюдения жестких норм показателей повторяемости и воспроизводимости информативных параметров спирометрии — форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) и объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ-1). Соблюдение этих норм сопряжено с определенными затруднениями спирометрических исследований, требует подготовленности оператора и пациента, их сотрудничества, а в значительном количестве случаев — многократного выполнения форсированных дыхательных маневров, вызывающих утомление пациента, непродуктивное использование времени и материальные издержки. Такие ситуации характерны, прежде всего, для пациентов дошкольного (до 6 лет) и пожилого (от 65 лет) возраста, тем не менее они достаточно часто возникают и при исследовании пациентов других возрастных групп.

Одним из современных и наиболее эффективных методов решения оптической проблемы является использование специальных демонстрационных программ, призванных объяснить пациенту цель предлагаемых ему дыхательных маневров, отобразить их правильное выполнение и обучить пациента методике такого выполнения. Подобные программы вводятся в состав прикладного программного обеспечения (ППО) компьютерных спирометров. С учетом того, что основной контингент пациентов-потребителей в домашних программах составляют дошкольники, программы выполняются в анимационной манере, с использованием игровых стимулирующих элементов (Spilo Game).

Практика применения таких программ показала не только их высокую эффективность в обучении и стимулировании детей, но и целесообразность

использования при исследованиях взрослых пациентов, естественно с адаптивной стимулирующей элементной к соответствующему восприятию.

В процессе создания унифицированных пакетов ПНО компьютерных программ нами разработаны анимационные обучающие и стимулирующие программы для детей и взрослых. Испытания пилотных версий программ продемонстрировали их перспективность в обеспечении методически правильных исследований форсированного дыхания в лечебных учреждениях различных уровней.

03053, Украина, Киев-53, ул. Артема, 59/65, кв. 148
тел. факс: 38 + 044 + 295-4489; e-mail: ryltino@i.com.ua
Людмила Виктор Александровна

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ МЫШЦ ТАЗОБЕДРЕННОЙ ГРУППЫ В НЕОПОРНОМ СОСТОЯНИИ КОНЕЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

А.А. Мальцева, Ю.В. Акулич, Р.М. Подгаец

Пермский государственный технический университет

После операции остеосинтеза шейки бедра в процессе сращения кости пациент использует костыли и оперированная конечность находится в неопорном состоянии. Для моделирования адаптационных изменений механических свойств костной ткани отломков в этот период необходимо знать текущий уровень напряжений и деформаций в проксимальном отделе бедра. В случае одномерного моделирования напряженно-деформированного состояния шейки достаточно определить осевое усилие сжатия шейки, вызванное действием как внутренних, так и внешних сил. К внутренним силам относятся усилия разрывных имплантатов, а к внешним — силы тяжести сегментов конечности, реакция поверхности ацетабулярной впадины тазовой кости, усилия мышц тазобедренной группы. Если усилия разрывных имплантатов вычисляются достаточно точно известными методами механики разрывных соединений, то определение реакции поверхности ацетабулярной впадины и усилий мышц представляет известную проблему проведения статической неопределенности.

Поскольку поверхности головки бедра и ацетабулярной впадины покрыты хрящом, их контактное взаимодействие считается упругим. Также принимается, что проскальзывание между поверхностями отсутствует. В этом случае поверхность ацетабулярной впадины как связь может быть представлена тремя упругими нитями, работающими на растяжение. При этом также же представляется для мышц и ползая конечность твердым телом, получаем задачу о равновесии тела с избыточным числом одноосевых упругих связей.

Пассивные удлинения и усилия мышц находят методом перемещений springальной механики, распространенным на биомеханику опорно-двигательного аппарата Г.Н. Колесниковым. При заданных величинах сил тяжести сегментов конечности 83 Н, 26 Н и 9 Н для бедра, голени и стопы соответственно (вес тела 600 Н), а также жесткостей мышц и хрящей определены величины усилий двенадцати мышц: *m. iliopsoas* — 22,2 Н; *m. sartorius* — 8,7 Н; *m. rectus femoris* — 22,0 Н; *m. gracilis* — 14,5 Н; *m. gluteus maximus* — не нагружена; *m. gluteus minimus* (anterior) — не нагружена; *m. gluteus minimus* (posterior) — не нагружена; *m. tensor fascia lata* — 11,5 Н; *m. biceps femoris* (long head) — 11,0 Н; *m. semitendinosus* — 15,7 Н; *m. semimembranosus* — 12,4 Н. Упругие нити, моделирующие упругую поверхность ацетабулярной впадины, оказались ненужными, что говорит о наличии зазора между бедренной головкой и поверхностью ацетабулярной впадины. Средняя по контактной поверхности головки величина зазора оказалась равной 0,3 мм.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 07-01-00787.

e-mail: alema015@mail.ru,
Мальцева Алена Андреевна

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОСТНЫХ ТКАНЕЙ КАК ПОРУПРУГИХ СРЕД

Л.Б. Масло

Ивановский государственный энергетический университет

Мягкие и твердые ткани, образующие структурные элементы опорно-двигательного аппарата животных и человека, такие как скелетные мышцы, сухожилия и кости, представляют собой насыщенные физиологической жидкостью пористые деформируемые тела. Считается, что потоки внеклеточной жидкости играют важную роль не только в питании клеток, но и в работе механочувствительной системы кости. В частности, можно отметить такие механофизиологические процессы, как динамическое поддержание необходимого содержания кальция в костной ткани и ускорение процесса остеопороза в результате отсутствия двигательной активности должного уровня.

Особое внимание при построении моделей пористых сред, насыщенных жидкостью, уделяется определяющим соотношениям. Эффективные характеристики пористого материала в значительной степени определяются его микроструктурой и физико-механическими параметрами каждой фазы. Вы-