

**М.Б. Негреева, В.А. Шендеров, И.Е. Комогорцев, А.В. Горбунов**

**БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ, ЛЕЧЕНИИ  
И РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ПАТОЛОГИЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ,  
ТАЗОВОГО ПОЯСА И ПОЗВОНОЧНИКА: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН (Иркутск)  
Иркутский государственный медицинский университет (Иркутск)**

*Обобщен 36-летний опыт биомеханических исследований больных с заболеваниями, травмами и последствиями травм опорно-двигательной системы: последствиями неправильно сросшихся переломов и остеомиелите пяточной кости, переломами костей голени, неудовлетворительными последствиями переломов шейки бедренной кости, вертлужной впадины, с повреждениями сумочно-связочного аппарата коленного сустава, асимметрией таза, дегенеративно-дистрофической патологией тазобедренного сустава и пояснично-крестцового отдела позвоночника.*

*Значимость биомеханических исследований в диагностике, объективной оценке функциональных результатов и эффективности лечения, выборе показаний к тому или иному методу в целом, подтверждена результатами исследований 13 диссертационных работ.*

**Ключевые слова:** биомеханические исследования, подография, повышенные функциональные нагрузки, патология нижних конечностей, тазового пояса и позвоночника

**BIOMECHANICAL RESEARCHES IN DIAGNOSTICS, TREATMENT  
AND REHABILITATION OF PATIENTS WITH PATHOLOGY OF LOW EXTREMITIES,  
PELVIC GIRDLE AND THE SPINE: RESULTS AND PROSPECTS**

**M.B. Negreeva, V.A. Shenderov, I.E. Komogortsev, A.V. Gorbunov**

**SC RRS ESSC SB RAMS, Irkutsk  
Irkutsk State Medical University, Irkutsk**

*Biomechanical research in diagnostic, treatment and rehabilitation of patients with diseases, traumas and consequences of traumas of locomotorium: consequences of malunions and osteomyelitis of calcaneum, shin bone fractures, unsatisfactory consequences of femoral neck and acetabulum fractures, with injuries of capsular-ligament apparatus of the knee joint, with pelvis asymmetry, degenerative-dystrophic pathology of the hip joint and lumbosacral part of the spine.*

*Significance of biomechanical research in diagnostics, objective evaluation of functional results and efficacy of therapy, in choosing indications to this or that method of treatment is proved by the results of 13 dissertations.*

**Key words:** biomechanical research, podography, increased functional load, pathology of low extremities, pelvic girdle and the spine

Актуальность биомеханических исследований в травматологии и ортопедии в процессе диагностики и внедрения новых технологий лечения, в том числе и эндопротезирования, определена современными тенденциями развития доказательной медицины [23]. Эффективность проведенного лечения пациента или реабилитации инвалида оценивается, прежде всего, степенью функциональных возможностей опорно-двигательной системы [30]. Наиболее адекватным диагностическим тестом для интегральной оценки функционального состояния нижних конечностей является ходьба [25]. Подография, динамометрия и стабиллография являются основой биомеханического исследования, т.к. отражают способности пациента к восприятию механической нагрузки при стоянии и ходьбе [1].

Лаборатория клинической биомеханики была организована в научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии в 1970 г. с целью оказания специализированной диагностической помощи детям и взрослым при заболеваниях и травмах опорно-двигательной системы (ОДС) [34]. Сре-

ди применяемых методов биомеханических исследований ведущим является **подография**. В отношении ее сразу же определился разноплановый функциональный подход, направленный на увеличение информативности исследований. С учетом временных и пространственных показателей были разработаны скоростные параметры ходьбы (Хрущелевский Б.В., Клименко Г.С., Шендеров В.А., 1973 — 1975 гг.) позволяющие объективно оценить тяжесть функциональных нарушений, выявить скрытые механизмы компенсации и облегчить выбор рационального метода лечения [31, 32].

С целью наиболее полной оценки резервных и компенсаторных возможностей ОДС создан биомеханический стенд в виде замкнутого периметра, включающий наряду с участками горизонтальной поверхности, наклонную и лестничный переход [33]. Для моделирования некоторых нарушений ОДС, в частности, асимметрии длины нижних конечностей, стенд дополнен устройством для подографии (А.С. № 820803), позволяющим создавать и/или нивелировать как укорочение, так и

удлинение одной из конечностей при ходьбе. Преимуществом стэнда является возможность непрерывного перемещения в прямом или обратном направлениях на заданные расстояние, время и скорость. Стационарный статус стэнда обеспечивает стандартность условий и сопоставимость результатов исследований ходьбы у одних и тех же больных в разное время в динамике [35]. С помощью разработанной оригинальной технологии — **функционально-нагрузочной и корригирующей подографии** (Шендеров В.А., Негреева М.Б., 1986 — 2004 гг.) — разработаны биомеханической критерии диагностики функционального состояния нижних конечностей (патенты РФ №№ 1802698, 2219837).

Локомоторный акт ходьбы во многом определяется функцией **стопы**. Изучение биомеханики и кинематики движения 43 больных с **последствиями полиомиелита** в динамике показали, что результаты оперативных вмешательств, применяемых при различных деформациях стоп, зависят от суммы исходных показателей функционального состояния стопы. При варусно-полой деформации стопы наиболее эффективной в биомеханическом и нейрофизиологическом плане является операция трехсуставного артродеза [22].

При изучении биомеханики походки 108 больных с **последствиями неправильно сросшихся переломов и остеомиелите пяточной кости** отмечена прямая зависимость нарушения опороспособности конечности от степени тяжести поражения костей стопы [4, 24]. Индекс рельефа стопы, характеризующий степень выраженности плоскостопия, коррелирует с клинко-рентгенологическими данными и объективно оценивает тяжесть развивающейся посттравматической деформации стопы. Биомеханические параметры в комплексе с клинко-рентгенологическими тестами позволили объективно обосновать показания к корригирующему подтаранному артродезу стопы и подтвердить эффективность использования данного вида оперативного лечения [13].

На основании результатов биомеханических исследований больных с **диафизарными переломами костей голени** при лечении методом чрескостного остеосинтеза условно выделены два этапа восстановления опороспособности нижних конечностей. Первый — адаптации к опоре на оперированную конечность в условиях фиксации зоны перелома аппаратом внешней фиксации — с первых дней до 1,5 месяцев после операции. Второй этап — стабилизации опороспособности оперированной конечности — начинающийся с 1,5 месяцев после операции и до окончания периода фиксации [17]. Установлена прямая зависимость восстановления функции переката стопы от увеличения опороспособности, а также объема движений в смежных суставах оперированной конечности [16]. Доказано, что одним из путей повышения эффективности лечения больных с переломами костей голени методом чрескостного остеосинтеза является коррекция реабилитационных мероп-

приятий с учетом данных биомеханических исследований, проводимых в динамике.

Биомеханические исследования ходьбы у 46 больных с **повреждениями сумочно-связочного аппарата (ССА) коленного сустава** в условиях повышенных функциональных нагрузок в динамике выявили ранние изменения статодинамической функции при разрывах крестообразных связок, которые сложно диагностировать клинически [10]. Высокая эффективность хирургического вмешательства подтверждена восстановлением нормальной ритмичности ходьбы на всех рельефных участках стэнда у 92,5 % больных — со свежими, у 80,7 % — с застарелыми повреждениями ССА коленного сустава. Объективно доказано, что ранее оперативное лечение пострадавших со свежими повреждениями ССА коленного сустава при тщательном восстановлении всех разорванных анатомических структур позволяет более полноценно нормализовать его биомеханику и, тем самым, предупредить формирование компенсаторно-приспособительных механизмов, развивающихся для устранения функциональных нарушений в коленном суставе.

Изучение статической опороспособности, пространственных и временных параметров ходьбы в условиях, приближенных к естественному рельефу, позволило объективно и более полно оценить компенсаторные возможности нижних конечностей у больных с **посттравматической нестабильностью** коленного сустава [11]. Биомеханические исследования 80 больных в динамике подтвердили, что по сравнению с традиционными артротомиями, применение артроскопических вариантов стабилизаций как при свежих, так и при застарелых повреждениях ССА позволяет получить хороший функциональный результат и сократить период реабилитации в 2 — 3 раза. При оценке статодинамической функции наиболее информативными были подографические показатели ходьбы по лестнице и наклонной поверхности, особенно при сравнении до и после оперативного лечения [12].

Комплексная клинко-рентгенологическая и биомеханическая оценка хирургического лечения у 30 больных с **разрывом менисков** коленного сустава позволила определить показания к различным методам реконструктивных вмешательств на мениске в зависимости от вида и локализации разрыва [8].

Разработанная с учетом биомеханических параметров **программа интенсивной реабилитации** больных с повреждениями сумочно-связочного аппарата коленного сустава, включающая ходьбу с дозированной нагрузкой на оперированную конечность, способствовала оптимизации результатов функционально-восстановительного лечения [7].

На основании результатов биомеханических исследования стояния и ходьбы детей и подростков с **асимметрией таза** установлено, что по мере прогрессирования патологии закономерно увеличивается асимметрии весовой нагрузки и продолжительности одноопорных периодов шага правой и левой конечностей. Сопоставляя преимуществен-

ную весовую нагрузку на нижерасположенную конечность и данные компьютерной томографии о фрагментарном характере структуры подвздошной кости в вертлужной впадине, можно предположить ранее начало и развитие дистрофических изменений сустава, формирование коксартроза [28].

Подографические и ихнографические исследования ходьбы на горизонтальной поверхности у 83 больных **коксартрозом** показали, что с усилением тяжести заболевания наступает замедление процессов компенсации, вплоть до истощения функциональных резервов, и вырабатываются новые патологические механизмы, проявляющиеся различными нарушениями походки [9]. Изучение биомеханических параметров до и после хирургического лечения позволило уточнить показания к выбору межвертельных остеотомий бедренной кости и артродезу тазобедренного сустава.

Дальнейшее изучение ходьбы у 40 женщин с односторонней патологией тазобедренного сустава методом функционально-нагрузочной подографии в условиях разного темпа, рельефа и продолжительности ходьбы выявило основные закономерности и механизмы изменения временных параметров шаговой локомоции на разных этапах формирования коксартроза [15]. Установлено, что **одним из основных звеньев в патогенезе нарушения шаговой локомоции** у больных коксартрозом является асимметрия длины нижних конечностей, компенсация которой на начальной стадии развития заболевания восстанавливает временную структуру ходьбы. На поздней стадии формирования коксартроза компенсация укорочения пораженной конечности не приводит к восстановлению временной структуры ходьбы, что доказывает участие в формировании устойчивого патологического стереотипа шаговой локомоции еще и других клинических проявлений заболевания: ограничения подвижности в суставе, болевого синдрома. Целесообразность выполнения подографических исследований ходьбы в условиях, моделирующих естественный рельеф передвижения, подтверждена более информативной и всесторонней оценкой функциональных возможностей нижних конечностей в динамике по мере прогрессирования заболевания.

Изучение биомеханических показателей статодинамической функции у 19 больных с **последствиями переломов вертлужной впадины** позволило объективно оценить функциональное состояние ОДС и способствовало выбору адекватного метода лечения [14].

Исследования стояния и ходьбы у 35 пациентов с **неудовлетворительными последствиями переломов шейки бедра** выявили закономерное снижение функциональных возможностей ОДС, выраженное в разной степени в зависимости от хирургических технологий лечения, а точнее от наличия или отсутствия фиксирующих средств с «шинирующим» эффектом [2]. Более грубые нарушения функции нижних конечностей отмечены у больных после консервативного лечения. На

фоне неблагоприятных исходов лечения эффект «эндошинирования» после металлоостеосинтеза, в частности, фиксатором Смит-Петерсена, обеспечивал ту или иную минимальную опороспособность оперированной конечности при стоянии и ходьбе. Биомеханически подтверждена целесообразность и эффективность тотального эндопротезирования тазобедренных суставов, как технологии реабилитации при неблагоприятных последствиях остеосинтеза переломов шейки бедра [19].

Больные с тяжелым двусторонним коксартрозом занимают особое место среди нуждающихся в реабилитации инвалидов. При двусторонней локализации патологии эндопротезирование выполняется не только поэтапно через разные интервалы времени, но и одновременно на обоих тазобедренных суставах [5]. Одновременное эндопротезирование обоих тазобедренных суставов имеет определенные преимущества, позволяя создать одинаковые условия для последующего восстановления функции каждой конечности.

Изучение функциональных возможностей нижних конечностей у 18 больных после **одновременной двусторонней имплантации искусственных тазобедренных суставов** в динамике установило общие закономерности восстановления опороспособности и временной структуры ходьбы [20]. Доказано, что степень восстановления опорной и двигательной функций каждой конечности определяется ее дооперационным биомеханическим статусом. Конечность, условно обозначенная нами как «менее пораженная» восстанавливается быстрее и функционально ближе к норме, чем «более пораженная». Выявленные закономерности рекомендовано принимать во внимание при определении показаний и очередности оперативных вмешательств на тазобедренных суставах при тяжелой двусторонней патологии. Проведение статометрических исследований с применением нагрузочных проб способствовало более полному выявлению функциональных возможностей нижних конечностей, не проявляющихся в условиях обычного стояния [18].

Одним из основных моментов в реабилитации больных коксартрозом является использование средств дополнительной опоры (СДО), эффективность применения которых значительно повышается при адекватном подборе. Доказано, что биомеханические исследования являются **объективной основой** для определения продолжительности и отмены использования средств дополнительной опоры, **индивидуально** для каждого больного в периоде реабилитации [21]. Использование СДО, создающих условия разгрузки нижних конечностей, позволяет восстановить нормальный стереотип передвижения, продолжительность фаз переката стопы и периодов опоры, повысить ритmicность ходьбы.

Одной из причин локомоторных нарушений у больных с поясничным остеохондрозом является **болевого синдром**. Для оценки опороспособности нижних конечностей в зависимости от степени

выраженности вертеброгенного болевого синдрома проведены статометрические и подографические исследования у 31 пациента с **патологией поясничного отдела позвоночника**. Минимальные биомеханические асимметрии были отмечены у больных поясничным остеохондрозом, с выраженностью болевого синдрома 1–2 балла. Достоверное снижение весовой нагрузки на сторону поражения до 34,1 % выявлено у больных с дискогенным пояснично-крестцовым радикулитом, болевым синдромом 3 балла. Установлено, что изменения стояния и ходьбы у больных с патологией поясничного отдела позвоночника прямо пропорционально степени выраженности болевого синдрома [29].

Динамическое наблюдение 25 пациентов с корешковыми синдромами пояснично-двигательного сегмента (ПДС) поясничного отдела позвоночника на этапе консервативной терапии (эпидуральные блокады, анальгетики и др.) показало, что к окончанию курса лечения на фоне стихания болей в 80 % случаев выявлена положительная динамика показателей статодинамической функции [3]. Подографические показатели ходьбы восстанавливались параллельно с повышением статической нагрузки нижних конечностей у 65 % больных. Наиболее благоприятные функциональные результаты — нормализация статической нагрузки на левую и правую конечности, восстановление функции переката стопы на стороне поражения, повышение ритмичности ходьбы — достигнуты у пациентов, преимущественно с монорадикулярной симптоматикой и длительностью заболевания не более 3–4 недель. Терапия оказалась не эффективной у 20 % больных, которые в последующем оперированы. Результаты проведенного исследования подтвердили целесообразность использования биомеханических методов для объективизации эффективности и определения тактики лечения корешковых проявлений патологии позвоночно-двигательных сегментов поясничного отдела позвоночника.

Перспективы развития клинической биомеханики в институте травматологии и ортопедии определены приоритетными направлениями научных исследований ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, а именно: разработкой методов диагностики, лечения и профилактики наиболее распространенных заболеваний взрослого и детского населения [6].

В этой связи особое значение принимает разработка методов дифференциальной диагностики заболеваний ОДС. Патологии тазобедренного сустава часто сопутствуют дегенеративно-дистрофические поражения позвоночника с нарушением стояния и ходьбы, срывом компенсаторно-приспособительных механизмов, следствием которых может быть остеохондроз, спондилез, спондилоартроз. Указанные изменения усиливают болевой синдром, ограничивают подвижность соответствующих звеньев ОДС и вторично влияют на снижение локомоторных функций [27]. Дегенеративно-дистрофические заболевания тазобедренных суставов и позвоночника рассматриваются как еди-

ный патогенетически обусловленный процесс с взаимозависимым состоянием. Начатое применение функционально-нагрузочной и корригирующей подографии у больных с заболеваниями позвоночника позволяет путем дополнительной нагрузки оценивать исходную и моделировать адекватную позицию позвоночника в зависимости от рельефа передвижения. Это открывает новые возможности дифференциальной диагностики локальной и взаимной заинтересованности позвоночника, таза и нижних конечностей («трио» по В.Д. Чаклину) [34].

В настоящее время накоплен достаточный опыт биомеханических исследований при эндопротезировании тазобедренного сустава. Более сложным в силу анатомических и конструктивных особенностей, является эндопротезирование коленного сустава. Послеоперационная реабилитация и систематическое наблюдение за пациентами являются гарантией хороших функциональных результатов [26]. Вместе с этим, вопросы **биомеханического обоснования индивидуального подхода** к восстановлению ходьбы больных с искусственными суставами нижних конечностей остаются не достаточно разработанными.

Проведенные исследования более 300 больных с посттравматической патологией и дегенеративно-дистрофическими заболеваниями коленного и тазобедренного суставов одно- и двусторонней локализации в динамике на этапах до- и после оперативного лечения показали, что потенциал функциональных возможностей ОДС наиболее полно раскрывается при ходьбе в специально созданных условиях. Разработанные нами стационарные устройства, объединенные под названием «искусственная среда», позволяют моделировать различные режимы двигательной нагрузки. Ходьба в специально созданных условиях одновременно становится средством стимуляции ослабленной двигательной функции больного и изучения механизмов реабилитации.

Институт травматологии и ортопедии НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН имеет основательный многолетний опыт научно-практической деятельности в области клинической биомеханики. Востребованность и целесообразность применения методов традиционной и функционально-нагрузочной подографии, статометрии, ихнографии в фундаментальных и прикладных исследованиях в травматологии и ортопедии подтверждена результатами 13 диссертаций (3 докторских и 10 кандидатских), из которых 12 защищены по одноименной специальности в 1973–2005 гг. Перспективы дальнейшего развития биомеханических исследований определяются их значимостью в диагностике и реабилитации при патологии опорно-двигательной системы. Реализации планов на перспективу будет способствовать укрепление материально-технической базы лаборатории биомеханики ИТО НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН дополнительным оборудованием для стабиллографических, динамометрических и плантографических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безгодков Ю.А. Особенности биомеханической оценки состояния локомоторной системы у больных с поражением крупных суставов нижних конечностей / Ю.А. Безгодков, Н.Р. Садыков // Травматология и ортопедия XXI века: Сб. тез. докл. VIII съезда травматол.-орт. России, 6–8 июня, 2006 г. — Самара, 2006. — Т. 1. — С. 480–481.
2. Биомеханическая оценка функции нижних конечностей у пациентов с неблагоприятными последствиями переломов шейки бедра / М.Б. Негреева, В.А. Шендеров, И.В. Волинец и др. // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. — 2003. — № 4. — С. 59–63.
3. Биомеханическая оценка эффективности лечения корешковых проявлений патологии позвоночно-двигательных сегментов поясничного отдела позвоночника / М.Б. Негреева, С.Н. Ларионов, А.В. Горбунов и др. // Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации больных с заболеваниями и повреждениями позвоночника, спинного мозга и периферической нервной системы: Всерос. научн.-практ. конф., 23–24 марта 2005 г. — Курган, 2005. — С. 179–181.
4. Галкин Н.В. Изменение биомеханических параметров при тяжелых неправильно сросшихся переломах и остеомиелите пяточной кости / Н.В. Галкин, В.Н. Печенюк, З.В. Кошкарева // Гнойные осложнения при повреждениях костей. — Л., 1989 — С. 70–73.
5. Городний И.П. Одномоментное двустороннее эндопротезирование тазобедренных суставов / И.П. Городний, Н.В. Корнилов, В.П. Москалев // Травматология и ортопедия XXI века: Сб. тез. докл. VIII съезда травматол.-орт. России, 6–8 июня, 2006 г. — Самара, 2006. — Т. 1. — С. 500.
6. ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН. — Иркутск: РИО НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. — 36 с.
7. Зедгенидзе И.В. Шов свежих разрывов менисков коленного сустава (экспериментально-клиническое исследование): Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / ВСНЦ СО РАМН. — Иркутск, 1990. — 182 с.
8. Зудаев С.В. Диагностика и оперативное лечение свежих повреждений медиального сумочно-связочного аппарата и передней крестообразной связки коленного сустава (клинико-экспериментальное исследование): Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / ВСНЦ СО РАМН. — Иркутск, 2005. — 195 с.
9. Клименко Г.С. К оценке некоторых оперативных методов лечения больных коксартрозом: Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22. — Пермь, 1974. — 233 с.
10. Клименко Г.С. Биомеханическая оценка эффективности оперативного лечения больных с повреждениями сумочно-связочного аппарата коленного сустава / Г.С. Клименко, М.Б. Негреева // Ортопедия, травматология. — 1991. — № 10. — С. 16–18.
11. Комогорцев И.Е. Медицинская реабилитация больных с посттравматической нестабильностью коленного сустава: Автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.22 / ГУ Российский НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена. — СПб., 2003. — 46 с.
12. Комогорцев И.Е. Посттравматическая нестабильность коленного сустава (клиника и диагностика) / И.Е. Комогорцев. — Иркутск: РИО НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2003. — 168 с.
13. Кошкарева З.В. Лечение переломов пяточной кости и их последствий: Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22. — Иркутск, 1979. — 244 с.
14. Мункожаргалов Б. Э. Ортопедические последствия переломов вертлужной впадины (клиника, лечение и профилактика): Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / ВСНЦ СО РАМН. — Иркутск, 1992. — 190 с.
15. Негреева М.Б. Закономерности и механизмы изменения шаговой локомоции у больных с патологией тазобедренного сустава: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 14.00.16 / ВСНЦ СО РАМН. — Иркутск, 1995. — 23 с.
16. Негреева М.Б. Особенности восстановления опоры и переката стопы у больных с переломами костей голени методом чрескостного остеосинтеза / М.Б. Негреева // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. — 1999. — № 1 (9). — С. 66–70.
17. Негреева М.Б. Биомеханическая оценка опороспособности нижних конечностей у больных с переломами костей голени при лечении методом чрескостного остеосинтеза / М.Б. Негреева, Л.Н. Соломин // Вестник травматологии. — 2000. — № 2. — С. 68–72.
18. Негреева М.Б. Объективизация оценки статической опороспособности нижних конечностей у больных двухсторонним коксартрозом при эндопротезировании / М.Б. Негреева, В.А. Шендеров // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. — 2002. — № 6, Т. 2. — С. 130–132.
19. Негреева М.Б. Возможности реабилитации пациентов с неблагоприятными последствиями остеосинтеза переломов шейки бедренной кости / М.Б. Негреева, В.А. Шендеров, И.В. Волинец // Человек и его здоровье: Матер. докл. IX Рос. национ. конгр., 22–26 ноября 2004 г. — СПб., 2004. — С. 214–215.
20. Негреева М.Б. Биомеханические особенности восстановления функции нижних конечностей после одноэтапного эндопротезирования тазобедренных суставов / М.Б. Негреева, В.А. Шендеров // II Международный конгресс «Восстановительная медицина и реабилитация 2005», 20–21 августа 2005 г. — М., 2005. — С. 56–57.
21. Негреева М.Б. Биомеханические аспекты использования средств дополнительной опоры у больных при тотальном эндопротезировании тазобедренных суставов / М.Б. Негреева, В.А. Шендеров, И.В. Волинец // Современные технологии в травматологии и ортопедии: Конф. с междунар. участием, 17–18 мая 2005 г. — М., 2005. — С. 254–255.
22. Некоторые аспекты в изучении биомеханики и кинематики движения при паралитической деформации стоп / В.И. Высоцкая, В.М. Бухашеева, Т.А. Киркинская, В.А. Цыденжапов // Биомеханика. — Рига, 1975. — С. 257–262.

23. Оценка статико-динамической функции пациентов с патологией крупных суставов нижних конечностей до и после оперативного лечения / А.В. Калинин, Ю.А. Безгодков, У.А. Ранаде и др. // Всероссийский монотематический сборник научных статей «Эндопротезирование в России». — Вып. 1. — Казань — СПб., 2005. — С. 168 — 173.

24. Печенюк В.И. Диагностика и комплексное лечение хронического травматического остеомиелита пяточной кости: Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / ВСНЦ СО РАМН. — Иркутск, 1990. — 193 с.

25. Результаты эндопротезирования коленного сустава / Г.М. Кавалерский, В.В. Кузин, С.В. Донченко и др. // Травматология и ортопедия XXI века: Травматология и ортопедия XXI века: Сб. тез. докл. VIII съезда травматол.-орт. России, 6—8 июня, 2006 г. — Самара, 2006. — Т. 1. — С. 530—531.

26. Рациональное эндопротезирование тазобедренного сустава / Ал. Надеев, А. Надеев, С. Иванников и др. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. — 239 с.

27. Рукина Н.Н. Биомеханические аспекты функционального состояния позвоночника у больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями тазобедренного сустава: Автореф. ... канд. мед. наук: 01.02.08 / Институт машиноведения РАН. — М., 2002. — 22 с.

28. Смирнова Н.Г. Асимметрия таза у детей, проживающих в экологически неблагоприятных районах Восточной Сибири: Дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / ВСНЦ СО РАМН. — Иркутск, 1994. — 127 с.

29. Сороковиков В.А. Биомеханические особенности стояния и ходьбы у пациентов с патологией поясничного отдела позвоночника / В.А. Сорокови-

ков, М.Б. Негреева, А.В. Горбунов // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. — 2001. — № 5 (19). — С. 172—177.

30. Троценко В.В. Биомеханический критерий оценки патологической ходьбы / В.В. Троценко, А.А. Жилияев, С.В. Иванников // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2000. — № 2. — С. 64—67.

31. Хрущелевский Б.В. Скоростные параметры ходьбы больных коксартрозом / Б.В. Хрущелевский, Г.С. Клименко // Теоретические и клинические аспекты процессов незаболевания, заболевания и выздоровления. — Иркутск, 1973. — С. 122—123.

32. Хрущелевский Б.В. Некоторые параметры ходьбы у детей после оперативного лечения врожденного вывиха бедра / Б.Г. Хрущелевский, В.А. Шендеров // Биомеханика. — Рига, 1975. — С. 322—324.

33. Шендеров В.А. Основные направления исследований лаборатории клинической биомеханики ИТО ВСНЦ СО РАМН / В.А. Шендеров, М.Б. Негреева, З.В. Кошкарева // Травматология и ортопедия России. — 1995. — № 4. — С. 40—42.

34. Шендеров В.А. Функционально-нагрузочная и корригирующая подография: настоящее и перспективы / В.А. Шендеров, М.Б. Негреева // Биомеханика — 2004: VII Всерос. конф. по биомеханике, 24—28 мая 2004 г. — Н. Новгород, 2004. — С. 118—120.

35. Шендеров В.А. Особенности ходьбы больных коксартрозом в условиях приближенных к естественным, по данным подографии / В.А. Шендеров, М.Б. Негреева // Достижения биомеханики в медицине: доклады международной конференции, 12—15 сентября 1986 г. — Рига, 1986. — Т. 4. — С. 357—362.