

the human eye following chronic topical administration of Betoptic // Ophthalmic. Res. - 2001. - Vol. 33. - P. 153.

30. Jonas J. Collaboration normal-tension glaucoma study group. Comparison of glaucomatous between untreated and therapeutically reduced intraocular pressure // Am. J. Ophthalmol. - 1995. - Vol. 126. - P. 487-497.

31. Levin L. Direct and indirect approaches to the neuroprotective therapy of glaucomatous optic neuropathy // Surv. Ophthalmol. - 1999. - Vol. 43 (Suppl.). - P. 98-101.

32. Liu C.J., Ko Y.C., Cheng C.Y. Effect of latanoprost 0,005% and brimonidine tartrate 0,2% on pulsatile ocular blood flow in normal tension glaucoma // Br. J. Ophthalmol. - 2002. - Vol. 86, №11. - P. 1236-1239.

33. Lugasi A. Additional information to the in vitro antioxidant activity of Ginkgo biloba // L. hytother Res. - Vol. 13. - P. 160-162.

34. Martin K., Quigley H. Gene therapy for optic nerve disease // Eye. - 2004. - Vol. 18. - P. 1049-1055.

35. Neufeld A. Nitric oxide synthase in glaucoma // International Glaucoma Review. - 2005. - Vol. 7. - P. 21.

36. Osborne N., Chidlow G., Layton C., Wood J. Optic nerve and neuroprotection strategies // Eye. - 2004. - Vol. 18. - P. 1075-1084.

37. Quaranta L., Betelli S., Uva M. Effect of Ginkgo biloba extract on preexisting visual field damage in normal tension glaucoma // Ophthalmology. - 2003. - Vol. 110. - P. 359-362.

38. Stjernschantz J., Selen G., Astin M. Resul Microvascular effects of selective prostaglandin analogues in the eye with special reference to latanoprost and glaucoma treatment // Prog. Retin. Eye Res. - 2000. - Vol. 19. - P. 459-496.

39. Tamaki Y., Araie M., Tomita K., Tomidokoro P. Effect of topical beta-blockers on tissue blood flow in the human optic nerve head // Curr. Eye Res. - 1997. - Vol. 16. - P. 1102-1110.

40. Yamamoto T. The dawn of neuroprotective therapy for glaucoma optic neuropathy // Nippon Ganka Zasshi. - 2001. - Vol. 105. - P. 866-883.

Координаты для связи с авторами: Михальский Э. А.
— e-mail: mioksan@yandex.ru



УДК 616.71.-001.5 - 089.23

И.В. Борозда

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ ПО БИОМЕХАНИКЕ ТАЗОВОГО КОЛЬЦА

*Амурская государственная медицинская академия,
675000, ул. Горького, 95, тел.: 8(4162)-52-08-28, г. Благовещенск*

Рост числа пострадавших с повреждениями костей таза является общероссийской проблемой. Число больных с повреждениями таза, в том числе нарушающими стабильность тазового кольца, не имеет тенденции к снижению. Анатомия таза отличается весьма сложной пространственной архитектоникой. Поэтому любые методы диагностики и лечения повреждений таза должны основываться на детальном анализе особенностей его строения, в том числе и с позиций биомеханики.

Основные исследования по биомеханике костной ткани приведены в работах И.В. Кнетса (1980), Г. Бранкова (1981), И.Ф. Образцова (1988).

Так, в исследовании И.В. Кнетса с соавт. (1980) [8] и, позже, Г. Бранкова (1981) [1] приводятся подробные данные о методике моделирования костной ткани, различии в реакции живой костной ткани, костной ткани, взятой от трупа, и обезвоженной кости. Рассматривается пятиуровневая организация костной ткани, начиная с субклеточной модели. Исследования спонгиозной костной ткани проводились на эпифизах длинных трубчатых костей.

Авторы указывают, что исследования губчатой костной ткани на срез немногочисленны, однако известно,

что если максимальное напряжение растяжения-сжатия равняется 1,0 кгс/мм², то напряжение губчатой костной ткани на срез равняется 0,56 кгс/мм² при направлении нагрузки перпендикулярно продольной оси кости и 0,2 кгс/мм² — при направлении нагрузки параллельно оси кости, что обусловлено различной ориентацией первичных костных структур — ламелл и остеонов вдоль линий напряжения.

И.Ф. Образцов с соавт. (1988) [12] в монографии «Исследование прочности в биомеханике» указывает, что трабекулы спонгиозной костной ткани в виде цилиндрических или плоских элементов (толщиной от 0,2 до 0,6 мм и длиной до 1,8 мм) обеспечивают оптимальную передачу механических усилий на другие элементы скелета. В 1 г костной ткани содержится 28 трабекул с общей площадью наружной поверхности 3 000 мм². Плотность спонгиозной ткани равна 0,24 г/см³, а плотность трабекул — 1,78 г/см³. Полученные значения модулей упругости губчатой кости колеблются от 26 до 600 Мпа.

Представления о биомеханике тазового кольца на протяжении XIX-XX вв. привели к возникновению нескольких основных концепций его повреждений.

Биомеханическая взаимосвязанность повреждений переднего и заднего полуколец таза была показана еще в XIX в. экспериментальными исследованиями В.И. Кузмина (1882), что на основе клинических данных подтвердили S. Gertzbein, D. Chenoveth и B. Cruickshank (1977, 1981), проведя радиоизотопное сканирование таза с технецием у пострадавших с повреждениями переднего полукольца, а также R. Bucholz (1981) по материалам патолого-анатомических вскрытий погибших от различных травм таза [17]. Таким образом, было доказано, что нарушение непрерывности в переднем полукольце таза обязательно вызывает те или иные разрушения в заднем полукольце, чаще — связочного аппарата.

М.И. Быстрицкий (1960) [2] рассматривал тазовое кольцо человека как цилиндрический свод с крестцовой костью в качестве верхнего замка. Автор приводил данные исследований Теслера, согласно которым для разрыва крестцово-подвздошного сочленения требуется усилие в 213 кг, для разрыва лонного сочленения — 197 кг, а также данные Ф.Е. Эльяшберг, по которым передача веса туловища происходит по бедренно-крестцовой дуге в момент, когда человек стоит, и по седалищно-крестцовой дуге, когда человек сидит. М.И. Быстрицкий подробно изучил биомеханику таза при ходьбе, а также изменения ее при переломе костей таза, механизм вывиха половины таза под влиянием мышц живота и бедра, типичные смещения фрагментов таза при переломе типа «бабочки».

По данным V.M. Huitinen и P. Slati (1980) [23], статическая нагрузка переносится через заднее полукольцо, в особенности на дорзальные связки крестцово-подвздошного сочленения, в то же время в области переднего полукольца таза действует растягивающее усилие.

Ю.П. Воронянский и А.В. Метелев (1975) [3], исследовав статические нагрузки, возникающие в области таза при положении человека стоя и сидя, пришли к выводу, что силы растяжения и сжатия, возникающие в области тазового кольца снаружи и изнутри, не превышают 570 кгс/см² и являются максимальными в области терминальной линии таза и крестцово-подвздошных сочленений. В качестве нагрузки, соответствующей физиологической, взята масса 50 кг, по мнению авторов, включающая массу верхней части туловища и внутренних органов, и противоположное им противодействие.

Поскольку прочность задних отделов таза намного превосходит прочность передних, то те механические факторы, которые способны нарушить непрерывность в области заднего полукольца, обязательно приведут к разрыву и переднего. Действительно, в литературе нам удалось встретить лишь единичные наблюдения изолированных повреждений крестцово-подвздошных сочленений и крестца, описанные как казуистика [17].

Общепринятая в настоящее время концепция механогенеза травм таза была предложена G. Pennal и G. Sutherland (1961), которые выделили 3 группы повреждающих механических сил: наружная ротация, боковая компрессия (внутренняя ротация) и вертикальный сдвиг [17].

В последующем М. Tile (1980) [24] дополнил данное деление смешанной (комплексной) группой, объединяющей силы, имеющие одновременно несколько из выше-названных составляющих.

Резюме

Изучение биомеханики таза является актуальной научной проблемой в связи с увеличением числа больных с тяжелыми повреждениями этой локализации.

Проведен анализ 19 отечественных и 5 иностранных литературных источников, который позволяет сравнить современные концепции биомеханики строения тазового кольца и закономерностей его разрушения. Определены перспективные направления дальнейших исследований, которые позволят более детально изучить влияние повреждений таза на характер травмы внутренних органов и степень кровопотери с целью оптимизации тактики диагностики и лечения пострадавших.

Ключевые слова: тазовое кольцо, травма, биомеханика.

I.V. Borozda

SYSTEMATIZATION OF KNOWLEDGE ON BIOMECHANICS OF PELVIC RING

The Amur State Medical Academy, Blagoveschensk

Summary

Study of biomechanics of pelvis is an important scientific problem concerning increase of number of patients with severe defects of this localization.

An analysis of 19 domestic and 5 foreign literary sources has been made. It allows comparing up-to-date conceptions of biomechanics of pelvic ring composition and forms of its destruction. Perspective directions of subsequent studies are defined. It allows studying the influence of the pelvic damages on character of visceral trauma and degree of blood loss more accurately and in details with the aim of optimization of diagnosing and treatment tactics.

Key words: pelvic ring, trauma, biomechanics.

А.Г. Истомина (2002) [5] исследовал компенсаторные возможности связок крестцово-подвздошного сустава в биомеханическом эксперименте для изучения их роли в сохранении стабильности таза. Проведенные исследования показали, что связки КПС выдерживают натяжение, которое превышает то, что имеется в реальных условиях функционирования. Прочностные возможности связочного аппарата КПС подтверждают предположения о важности его биомеханической роли в стабилизации суставных поверхностей и ограничение ротации крестца. Результаты эксперимента свидетельствуют о больших компенсаторных возможностях крестцово-подвздошных, крестцово-остистой и крестцово-бугорной связок в обеспечении стабильности при нарушении непрерывности тазового кольца.

Коллективом авторов военно-медицинской академии [16, 17] на основе биомеханических экспериментов разработана концепция нестабильности тазового кольца. Нестабильность тазового кольца — это состояние, при котором возможны патологические по амплитуде или направлению смещения костей таза под воздействием физиологических нагрузок. Исследованы различные виды нестабильности, даны обоснованные рекомендации по остеосинтезу таза.

Анализ результатов экспериментального исследования нестабильности при различных вариантах повреждений костных и связочных структур тазового кольца позволяет выделить 3 клинически значимых типа нестабильности, которые приводят к нарушению функции кинематической цепи «нижняя конечность — таз — позвоночник», а также определяют различные лечебные подходы [17]:

А. Ротационная нестабильность заключается в возникновении тангенциальных смещений тазовых костей в области переднего полукольца амплитудой более 1,5 см под действием физиологических нагрузок. Существует наружная ротационная нестабильность, развивающаяся при повреждениях передних, а также, частично, межкостных крестцово-подвздошных связок; и внутренняя ротационная нестабильность, обусловленная частичным разрушением задних крестцово-подвздошных связок и/или импрессионным вертикальным переломом крестца.

Б. Вертикальная нестабильность в переднем полукольце проявляется тангенциальными смещениями лонных костей до 2,5 см и/или вертикальными смещениями более 0,5 см и развивается вследствие разрыва передних, межкостных крестцово-подвздошных, крестцово-остистых и крестцово-бугорных связок.

Как отдельный вид следует выделить вертикальную нестабильность в заднем полукольце, сопровождающуюся тангенциальными и вертикальными смещениями в области крестцово-подвздошного сочленения амплитудой более 0,5 см. В клинической практике вертикальная нестабильность в заднем полукольце возникает при его изолированных разрушениях вследствие огнестрельных ранений таза или, в качестве остаточной нестабильности, после неадекватной оперативной фиксации.

В. Абсолютная нестабильность характеризуется отсутствием биомеханических закономерностей смещений тазовых костей, которые определяются лишь направлением воздействия внешнего усилия. Абсолютная нестабильность возникает при полном отделении тазовой кости от крестца с разрушением всех связочных элементов.

Авторами представляется целесообразным выделение нестабильного костного сектора тазового кольца, которое заключается в формировании значительного по размерам, около 1/4 окружности, фрагмента, связанного с тазом лишь мягкими тканями [17]. Нестабильный костный сектор возникает при двусторонних переломах обеих ветвей лонных костей (типа «бабочки»), при переломах ветвей лонной кости (разрыве симфиза) и полном вертикальном переломе крыла подвздошной кости, двойном вертикальном переломе крыла подвздошной кости, переломе ветвей лонной кости и разрыве лонного симфиза. В таких случаях, несмотря на нередко полностью интактный или лишь незначительно поврежденный связочный аппарат таза, наблюдают биомеханически неупорядоченную патологическую подвижность сектора тазового кольца, что требует применения адекватных способов остеосинтеза.

Следует заметить, что повреждения тазового кольца могут быть как односторонними, так и двусторонними, причем последние часто имеют асимметричный характер. Однако принципиальным в данном вопросе является травматическое нарушение связей обеих тазовых костей

с аксиальным скелетом, возникающее при двусторонних абсолютно нестабильных повреждениях.

И.М. Пичхадзе (2003) [13] рассматривает пространственную модель таза в виде схемы трех суставов (лонное и крестцово-подвздошные сочленения). В положении сидя по силовым линиям реакция опоры с седалищного бугра передается через крестцово-подвздошное сочленение на крестец и позвоночник. В положении стоя реакция опоры передается с тазобедренного сустава через крестцово-подвздошное сочленение на крестец и позвоночник.

Известно, что для разрушения костной основы таза должна быть применена определенная сила, приводящая вначале к упругой, а затем, после разрушения тазового кольца, и к остаточной деформации [4, 7, 12, 15]. Лишь в одном исследовании в доступной нам литературе отражена попытка соотнести характер повреждения костно-связочного аппарата таза и степень кровопотери [21]. Многие авторы указывают на то, что характер повреждения костной основы тазового кольца в некоторой степени определяет повреждения внутренних органов [2, 6, 9-11, 14, 18, 19, 20, 22, 24].

Таким образом, основные особенности механогенеза повреждений костно-связочного аппарата таза изучены. Дано экспериментальное обоснование понятию «нестабильность». Однако определить биомеханические закономерности соответствия разрушений тазового кольца, повреждений внутренних органов и тяжести кровопотери в целях прогнозирования лечебной тактики сочетанных повреждений до сих пор не удалось.

Л и т е р а т у р а

1. Бранков Г. Основы биомеханики. - М.: Мир, 1981. - 254 с.
2. Быстрицкий М.И. Переломы костей таза. - Л.: Медгиз, 1960. - 108 с.
3. Воронянский Ю.П., Метелев А.В. Биомеханическая оценка радикальных операций при остеомиелитах таза // Биомеханика: профилактика, патогенез и лечение травм и ортопедических деформаций: труды РНИИТО. - Вып. XIII. - Рига, 1975. - С. 447.
4. Зырянова Т.Д. Переломы костей таза и осложнения при них: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. - Иркутск, 1962. - 20 с.
5. Истомин А.Г. Восстановление стабильности таза при повреждениях и заболеваниях крестцово-подвздошных суставов: дис. ... д-ра мед. наук. - Харьков, 2002. - С. 256-268.
6. Каплан А.В. Повреждения костей и суставов. - М.: Медицина, 1979. - 568 с.
7. Кешишян Р.А., Кузнецов Л.Е. Изолированные и сочетанные механические травмы. - 2-е изд., перераб. и доп. - Пермь: Пермское кн. изд-во, 1990. - 240 с.
8. Кнетс И.В., Пфафрод Г.О., Саумозис Ю.Ж. Деформирование и разрушение твердых биологических тканей. - Рига: Знание, 1980. - 319 с.
9. Кованов В.В., Аникина Т.И., Шаферман М.А. О разрывах перепончатого отдела уретры при переломах передней дуги тазового кольца // Урология и нефрология. - 1975. - №6. - С. 43-45.
10. Макевкина Т.Н. Разрывы мочевого пузыря при переломах таза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. - Казань, 1951. - 13 с.

11. Милонов П. А. Неотложная помощь при переломах таза с повреждением мочевого пузыря: мат-лы докл. I Всерос. съезда урологов. - Л., 1970. - С. 99-100.
12. Образцов И.Ф. // Проблемы прочности в биомеханике: учеб. пос. для тех. и биол. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1988. - 260 с.
13. Пичхадзе И.М., Чекушин Ю.А. Выбор оптимальных компоновок спиц и аппаратов для чрескостного остеосинтеза применительно к каждому конкретному перелому с помощью ЭВМ: тез. докл. Междун. конф., посвящ. памяти акад. Г.А. Илизарова. - Курган, 1993. - С. 99-100.
14. Ревенко Т.А., Чирах С.Х., Бабоша В.А. // Сочетанные повреждения костей таза, мочевого пузыря и уретры. - Киев: Здоров'я, 1978. - 88 с.
15. Черкес-Заде Д.И. Комплексное восстановительное лечение посттравматических деформаций таза: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. - М., 1977. - 33 с.
16. Шаповалов В.М., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. Характеристика повреждений таза у военнослужащих в период ведения боевых действий в Афганистане и Чеченской республике // Человек и его здоровье. Травматология, ортопедия, протезирование, биомеханика, реабилитация инвалидов: мат-лы Рос. национального конгресса - СПб., 1998. - С. 227.
17. Шаповалов В.М., Гуманенко Е.К., Дулаев А.К. и др. // Хирургическая стабилизация таза у раненых и пострадавших. - СПб.: МОРСАР АВ, 2000. - 240 с.
18. Школьников Л.Г., Селиванов В.П., Цодыкс В.М. // Повреждение таза и тазовых органов. - М.: Медицина, 1966. - 208 с.
19. Эпштейн И.М. Повреждения мочеиспускательного канала // Урология. - 1966. - №3. - С. 266-275.
20. Cespedes R.D., Roettger R.D., Peretsman S.J. Herniation of the urinary bladder: a complication of traumatic pubic symphysis diastasis // South. Med. J. - 1995. Aug. - Vol. 88, № 8. - P. 849-850.
21. Cryer H.M. Pelvic fracture classification: correlation with hemorrhage // J. Trauma. - 1988. - Vol. 28(7). - P. 973-980.
22. Dizdarevic S. Injuries of the pelvis associated with injuries to other organs // Acta Chir. Ingosl. - 1989. - Vol. 36(1). - P. 91-100.
23. Huitinen V.M., Slati P. Post mortem angiography and dissection of the hypogastric artery in pelvic fractures // Surgery. - 1973. - Vol. 73. - P. 454-462.
24. Tile M. Pelvic Fractures. Operative versus nonoperative treatment // Orthop. Clin. N. Amer. - 1980. - Vol. 11. - P. 423-464.
- Координаты для связи с автором:* Борозда И.В. — e-mail: agma@amur.ru

