

УДК: 611.711.1+611.711.6): 611.8-009.12-092.9

© Сак А.Е., Сак Н.Н., 2010

## СТРУКТУРНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДИСТРОФИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ ИНСЕРЦИОННОГО АППАРАТА ТЕЛ ПОЗВОНКОВ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПЕРЕГРУЗОК

Сак А.Е., Сак Н.Н.

*Харьковская государственная академия физической культуры*

**Сак А.Е., Сак Н.Н.** Структурные предпосылки дистрофических поражений инсерционного аппарата тел позвонков в условиях функциональных перегрузок // Украинський морфологічний альманах. – 2010. – Том 8, № 4. – С. 99-102.

На биопсийном, послеоперационном и экспериментальном материале методами макро- и микроскопии исследованные изменения межпозвонкового инсерционного аппарата - зон крепления фиброзного кольца межпозвонкового диска к апофизив телам позвонков. Установлено, что пациентов с проблемами хребта, в том числе спортсменов, изменения зон крепления наблюдаются на фоне аномалий развития позвонков и межпозвонковых дисков, которые являются факторами риска. В условиях длительного бега в эксперименте поражение инсерционного аппарата наблюдается именно в зоне крепления фиброзного кольца к телам позвонков.

**Ключевые слова:** тела позвонков, межпозвонковые диски, инсерционный аппарат тел позвонков, дисплазия позвонков и межпозвонковых дисков, бег в эксперименте.

**Сак А.Е., Сак Н.Н.** Структурні передумови дистрофічних поразок інсерційного апарату тіл хребців в умовах функціональних перевантажень // Український морфологічний альманах. – 2010. – Том 8, № 4. – С. 99-102.

На біопсійному, післяопераційному та експериментальному матеріалі методами макро- і мікроскопії досліджені зміни міжхребцевого інсерційного апарату – зон кріплення фіброзного кільця міжхребцевого диска до апофизів тіл хребців. Встановлено, що пацієнтів з проблемами хребта, у тому числі спортсменів, зміни зон кріплення спостерігаються на фоні аномалій розвитку хребців і міжхребцевих дисків, які є факторами ризику. В умовах тривалого бігу в експерименті поразка інсерційного апарату спостерігається саме в зоні кріплення фіброзного кільця до тіл хребців.

**Ключові слова:** тіла хребців, міжхребцеві диски, інсерційний апарат тіл хребців, дисплазії хребців та міжхребцевих дисків, біг в експерименті.

**Sak A.E., Sak N.N.** Structural supposition of dystrophic damages of insertic apparatus of vertebra bodies in the conditions of functional overloads // Український морфологічний альманах. – 2010. – Том 8, № 4. – С. 99-102.

On postoperational biopsy and experimental material by methods of macro- and microscopic researched of intervertebral insertic apparatus areas of fastening fibrotic ring of intervertebral disk to apophyses of vertebrae bodies are investigational. It is established that in patients with the problems of spine, including sportsmen, the changes of fastening areas are observed on the background of vertebrae and intervertebral disks anomalies which are risk factors. The defeat of insertic apparatus are observed exactly in the area of fastening of fibrotic ring to the bodies vertebrae in the conditions of long running in the experiment.

**Key words:** bodies of vertebrae, intervertebral disks, insertic vehicle of bodies of vertebrae, dis-plazii of vertebrae and intervertebral disks, hurried in an experiment.

**Постановка проблемы и анализ основных исследований.** Ведущее направление медицины – профилактическое, направленное на предупреждение заболеваний. Повреждения и заболевания костно-суставной системы нередки в рекордном спорте [3] и в ряде случаев являются следствием диспластических изменений в зоне крепления к кости сухожилий мышц. Описаны клинические синдромы поражения в месте вхождения в кость сухожилия трехглавой мышцы голени (апофизотендопатии пяточной кости) [12], сухожилия четырехглавой мышцы бедра (апофизотендопатии бугристости большеберцовой кости) [1,10] и др. Дисплазии двигательного аппарата, являясь пограничными между нормой и патологией состояниями, могут долго не проявляться, но остаются фактором риска, и в условиях высоких нагрузок может наступить срыв компенсации. Наиболее частой зоной перегрузки становятся именно места крепления к кости сухожилий [1, 11,12]. Зона вхождения сухожилия в кость обозначается как аппарат прикрепления – инсерционный аппарат [13] (ИСА) (анг. insertion – прикрепление, включение).

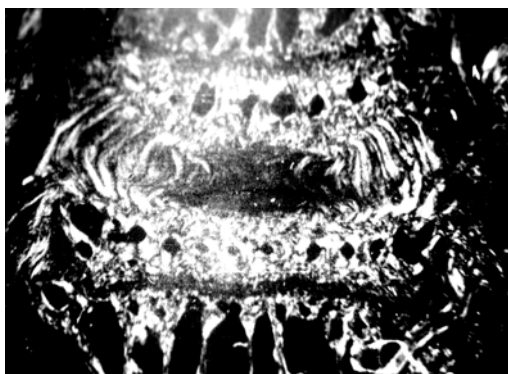
**Цель работы:** выяснение структурных особенностей аппарата прикрепления фиброзного кольца МП диска к апофизам тел позвонков в норме, при дисплазиях позвонков, дистрофической патологии и длительном беге белых крыс в эксперименте.

**Материал и методы исследования.** Изучен поясничный отдел позвоночника, включая 26 блоков материала аутопсий, 37 межпозвонковых дисков материала субоперационных биопсий, от лиц свыше 45 лет (хирург – проф. И.И. Хвисюк) и 30 блоков поясничного отдела позвоночника крыс из материала экспериментальной гиперкинезии (бега животных с 1, 3 и 12 месяцев жизни в treadбане в течение 90 дней со ступенчато повышающейся нагрузкой).

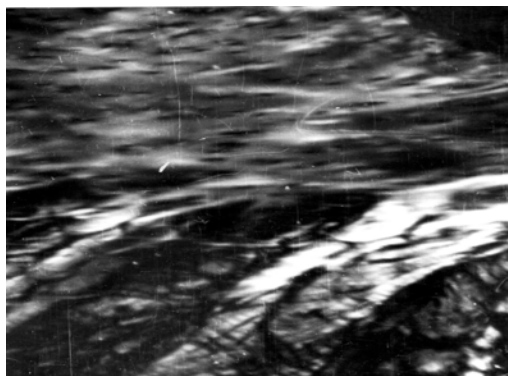
Материал исследован методами макро-микроскопии по В.П. Воробьеву, стандартной микроскопии (гематоксилин-эозин и пикрофуксин по Ван Гизон) и поляризационной микроскопии в реакции Эбнера на коллаген.

**Результаты исследования.** Тела смежных позвонков объединяются фиброзным кольцом меж-

позвоночного диска (МД); фиксацию обеспечивают прободающие волокна (Шарпея), идущие вот фиброзного кольца в кость. Зона крепления фиброзных волокон к кости обозначена как межпозвоноковый ИСА. Место крепления фиброзного кольца – апофизы тел позвонков, способ крепления – вовлечение коллагеновых волокон в кость в процессе развития позвонков. Установлено, что прободающие волокна Шарпея прочно «впаяются» в кость, прирастающую снаружи, и никогда не обнаруживаются в генерациях кости, растущей изнутри – вот мезоста и эндоста (остеоне, трабекулах губчатой кости позвонков). Этот принцип соединения в вентральном отделе позвоночника путем крепления фиброзного кольца к телам позвонков сходен в человека и четвероногих животных (рис.1, 2).



**Рис.1.** Волокна наружного слоя фиброзного кольца поясничного МД белой крысы, идущие в тела позвонков (обозначено). Съемка в поляризованном свете. Реакция Эбнера. Ув. 60.



**Рис.2.** Участок дорсального отдела поясничного МД человека. Волокна фиброзного кольца, направленные в апофизы тел позвонков (обозначено). Съемка в поляризованном свете. Реакция Эбнера. Ув. 60.

В апофизы тел позвонков направляются коллагеновые волокна, параллельно ориентированные в пределах фиброзных пластинок и только на участке вовлечения в апофиз волокна образуют трехмерную сеть, в которой имеются единичные хрящевые клетки – хондроциты. Связь тел позвонков посредством фиброзного волокон МД надежна, тем более, что крепление не ограничивается только апофизами позвонков: прободающие волокна вовлекаются также в замыкающие гиалиновые пластинки, но ни в человека, ни в крысы не доходят к пластинкам роста тел позвонков.

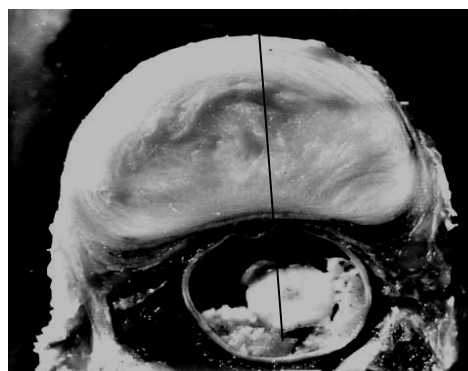
В спорте зона перегрузки этого аппарата всегда болезненна и могут сопровождаться воспалительной реакцией и болями, снижающими физическую работоспособность.

В условиях длительного бега в эксперименте в крыс отмечена деформация МП дисков, апофизов тел позвонков и пластинки роста. Вблизи зоны крепления волокна фиброзного кольца расходятся, между ними значительно увеличивается число хондроцитов с крупными овальными и округлыми ядрами обильной цитоплазмой. Эти изменения наиболее выражены в молодых животных, которые бежали в тредбане с 1 месяца жизни. В условиях длительной динамической нагрузки изменения особо проявлялись именно в зоне межпозвонокового ИСА. Что касается старых животных, изменения напоминали, те, что обнаружены в позвоночнике человека: расхождения коллагеновых волокон фиброзных пластинок, надрывы и разрывы прободающих волокон.

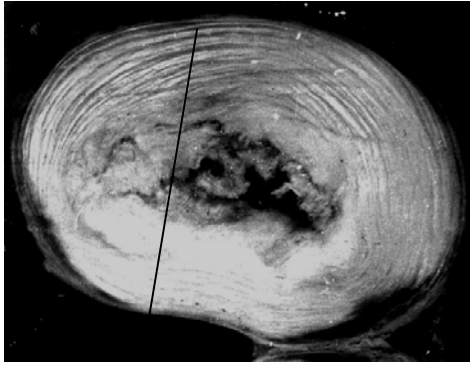
В позвоночнике пациентов, оперированных по поводу межпозвоночного остеохондроза и спондилолистеза, местом типичного повреждения также является зона ИСА. В этой зоне хондроциты в лиц старшего возраста не выявлялись, но обнаружены расхождения коллагеновых волокон фиброзных пластинок, надрывы и разрывы прободающих волокон и даже отрывы апофизов вот тел позвонков. Таким образом, при дистрофических поражениях межпозвоноковый ИСА теряет свою изначальную структуру, а, следовательно, и надежность.

На секционном материале в позвоночниках выявлено сочетание есть аномалий строения позвонков со структурными аномалиями МД. То есть аномалии строения позвонков и МД – взаимосвязанные изменения, особенно при наличии аномалий строения тел позвонков.

Аномалии МД проявляются нарушением билатеральной симметрии диска со смещением его центра от срединной сагиттальной оси и в результате – аномалиями формы диска и величины его полости. Такие диски отличались аномальным положением пульпозного ядра, разветвленной формой полости, локальным истончением фиброзного кольца (рис. 3 и 4).



**Рис. 3.** МД с асимметрией строения, неравномерно развитым фиброзным кольцом и дорсалатеральным смещением полости МД, дурального мешка и спинного мозга в позвоночном канале. Макросъемка.

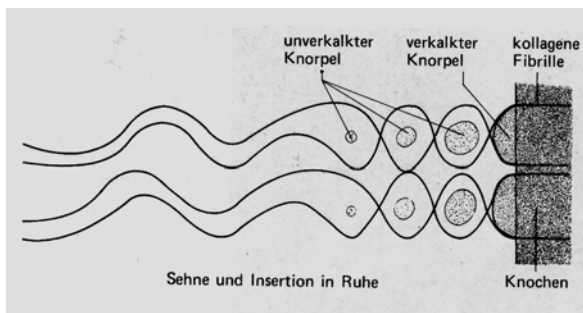


**Рис. 4** МД с аномально широкой, латерально смещенной полостью. Макросъемка. На рис. обозначены срединные сагитальные оси МД.

Аномалии позвонков и МД определяют неравномерное распределение прободающих волокон вдоль зоны крепления. Это снижает прочность соединения позвонков, определяет локальную перегрузку вдоль зоны крепления, создает условия для патологической перестройки кости и потенцирует дистрофические изменения межпозвонковых дисков.

**Обсуждение.** Нормально организованный МД является структурой высокой прочности [4,7], надежно связывает тела позвонков и определяет необходимый объем движений. Принцип соединения тел смежных позвонков сходен в человека и четвероногих животных [5].

Функционирующая в вентральном отделе позвоночника система связи тел позвонков напоминает ту, что имеется в зоне внедрения в кость сухожилий мышц, описанной Becker W., Krahl H. [13], но в последнем случае на кость передаются усилия работающей мышцы: коллагеновые волокна из сухожилия мышцы проникают в кость, образуя сеть на границе. В этой сети вблизи кости расположены хондроциты и кристаллы апатита. Так неминерализованная ткачества постепенно переходит в минерализованную, в которой прочно фиксированы коллагеновые волокна (рис. 5).



**Рис. 5.** Схема инсерционного аппарата кости (Becker W., Krahl H., 1978)

Межпозвонковый ИСА вентрального отдела позвоночника анатомически мы рассматриваем как высокоспециализированную систему связи двух различных по механическим свойствам тканей – плотной соединительной ткани (волокна пластинок фиброзного кольца) и кости.

Эта система включает: 1) неминерализованные волокна фиброзного кольца на границе с позвонком, в которых имеются единичные хондроциты, 2) частично минерализованные прободающие волокна на границе с позвонками, 3) прободающие волокна на территории апофизов тел позвонков. Составляющие межпозвонкового ИСА являются посредником между фиброзным кольцом и позвонком, передающим растягивающее усилие на кость. Место контакта двух таких различных по механическим свойствам видов соединительной ткани смягчается появлением элементов хряща, специализированного на восприятие, перераспределение, поглощение и рассеивание разнообразных нагрузок [2]. Наличие в зоне ИСА трехмерной сети коллагеновых волокон и хрящевых клеток (а, следовательно, матрикса, богатого фиксирующими воду протеогликанами) создает промежуточную «буферную» зону, которая гасит нагрузки на кость в месте контакта фиброзного кольца с позвонком. В результате такой преемственности разных видов соединительной ткани межпозвонковый ИСА выполняет функции и крепления, и буфера, снижающего нагрузки на позвонки. Основой крепления являются четко ориентированные в кость коллагеновые волокон фиброзного кольца, макромолекулярных состав которых определяется преимущественно коллагеном I типа, который из всех известных коллагенов обладает наибольшей механической прочностью [14].

На секционном материале и, особенно, в пациентах с межпозвонковым остеохондрозом и спондилолистезом выявлены изменения структуры МД, определяющие ряд клинических проявлений [6]. Здесь межпозвонковый ИСА находится в особых условиях тяги – неравномерной и локально повышенной.

Гармоничное функционирование межпозвонкового ИСА возможно только при адекватной структуре позвонка и МП диска. Аномалии позвонков сопровождаются аномалиями МД, что изменяет биомеханику позвоночного сегмента, что особенно очевидно в спорте [8, 9]. При этом асимметрии позвонков и МД ведут к локальным перегрузкам и, особенно, на границе фиброзного кольца с апофизами тел позвонков. Это определяет повреждения, надрывы и разрушения волокон в зоне межпозвонкового ИСА и снижение надежности крепления позвонков.

Особо высокие нагрузки в ряде видов спорта испытывает ИСА нижнепоясничного уровня, где, кроме того, возможен МП диск по типу модифицированного сустава [8,9]. При таком структурном варианте МД повышается подвижность смежных позвонков, нарушается функция ИСА и фиксация МД к телам позвонков, что может служить одной из причин спондилолистеза [6].

Выяснение предпосылок дистрофических изменений позвоночника является актуальной проблемой современной биологии и медицины. Для рекордного спорта важным является предупреждение возможных повреждений позвоночника на фоне врожденных нарушений строения

позвоночника. В системе позвоночного столба предпосылкой дистрофических изменений могут быть варианты и аномалии костных структур и МД. В зоне ИСА может развиваться отек, асептическое воспаление, боль, что снижает физическую работоспособность.

#### Выводы.

1. Межпозвоночный ИСА является зоной контакта двух различных по структурно-метаболическим и функциональным свойствам тканей – неминерализованной фиброзной и минерализованной костной, объединение которых «смягчается» появлением элементов хряща, специализированного на восприятие, перераспределение, поглощение и рассеивание разнообразных нагрузок. Принцип крепления тел позвонков строения сходен у человека и четвероногих животных. Такое крепление обеспечивает надежную связь тел позвонков.

2. При физических перегрузках межпозвоночный ИСА является зоной значительной перестройки, особенно у молодых, о чем свидетельствует значительное изменение именно данной зоны в условиях длительного бега животных в эксперименте. У молодых животных, подвергающихся длительному бегу, изменения ИСА в местах крепления к апофизам тел позвонков сопровождались хрящевой трансформацией пограничных отделов апофизов и расширением содержащей хондроциты территории среди волокон фиброзного кольца на границе с позвонком.

3. У пациентов, оперированных по поводу дистрофической патологии вентрального отдела позвоночника, типичным местом дистрофических изменений позвоночника, вплоть до отрыва апофизов, являлась зона межпозвоночного ИСА.

4. В секционном материале обнаружены изменения межпозвоночного ИСА на фоне аномалий строения позвонков и МД. Аномалии МД проявлялись изменениями фиброзного кольца и пульпозного ядра, с расширением смещением и полости МД относительно срединной сагитальной оси.

5. В спорте поражение межпозвоночного ИСА потенцируется наличием аномалий строения позвонков и, вероятно, МД. Это определяет необходимость обследования позвоночника спортсменов для предупреждения возможных нарушений срыва компенсации.

#### Перспективы дальнейших исследований.

Задачей будущего видится поиск путей своевременной диагностики дисплазий костно-суставной системы для снижения риска повреждения ИСА и развития апофизотендопатий. В спорте это позволит продлить спортивное долголетие.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Зеленецкий И.Б. Синдром апофизотендопатии бугристости большеберцовой кости диспластического генеза / И.Б. Зеленецкий, Б.И. Сименач, С.Р. Михайлов // Ортопедия, травматология и ортопедия. – 1988. – №9. – С. 41-46.

2. Кнетс И.В., Пфафрод Г.О., Саулгозис Ю.Я. Деформирование и разрушение твердых биологических тканей. – Рига: Зинатне, 1980. – 320 с.
3. Левенец В.Н. Спортивный травматизм – проблемы и пути решения / В.Н. Левенец // Ортопедии, травматология и протезирование. – 2004, №3. – С. 77-83.
4. Сак А.Е. Биомеханические предпосылки построения поясничного отдела позвоночника белых крыс / А.Е. Сак // Вісник проблем біології і медицини. – 2005. – Вип. 2. – С. 123-130.
5. Сак Н.М. Порівняльна оцінка структурної організації поперекових міжхребцевих дисків людини і щурів лінії Вістар / Н.М. Сак, А.Є. Сак // Слобожанський науково-спортивний вісник. Вип.1. Харків:ХаДІФК, 1998 – С. 110-112.
6. Сак Н.Н. Клиническая анатомия межпозвоночных дисков при поясничном остеохондрозе и спондилолистезе / Н.Н., Сак, А.Н. Хвисько // «Теория и практика прикладных анатомических исследований в хирургии». Материалы Всероссийской научной конференции. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия, 2001. – С. 119-120.
7. Сак Н.Н. Функциональная архитектура межпозвоночного диска человека / Н.Н.Сак // Укр. морфолог. альманах.– 2003.– Т.1, № 1.– С. 48-51.
8. Сак Н.Н. Аномалии развития позвоночника и спорт / Н.Н. Сак, А.Е. Сак // «Слобожанский научно-спортивный вісник». – 2008, №4. – С. 155-157.
9. Сак Н.Н. Аномалии позвоночника и спортивные травмы / Н.М. Сак, А.Е. Сак // XII Международный научный конгресс «Современный олимпийский и параолимпийский спорт и спорт для всех». Материалы конгресса. Т.2. М.: Физическая культура и спорт. – 2008. – 341-342.
10. Сак Н.М. Структурні передумови дистрофічних уражень гористості великогомілкової кистки спортсменів / Н.М. Сак, Б.І. Сименач, А.Є.Сак // Слобожанський науково-спортивний вісник. – 2009, № 4. – С.205-208.
11. Сименач Б.И. Диспластическая патология суставов и спорт / Б.И. Сименач, Б.А. Пустовойт, Е.П. Бабуркина, С.А. Нестеренко // Ортопедия, травматология и ортопедия. – 1999. – №3. – С. 37-40.
12. Шишка І. В. «Фактор навантаження» та його роль в генезісі руйнування ахіллового сухожилку / І. В. Шишка // Запорозький медичинський журнал. – 2003. – № 2-3 (18). – С. 61-66.
13. Becker W., Krahl H. Die Tendopathien. Grundlagen. Klinik Therapie. – Stuttgart: Georg Thieme Verlag. – 1978. – 112 s.
14. Burgeson R.E., Nimni M.E. Collagen types. Molecular structure and tissue distribution // Clinical Orthopaedics. – 1992. – Vol. 282. –P. 250-272.

Надійшла 23.10.2010 р.  
Рецензент: проф. В.І.Лузін