

Системный анализ морфогенеза связочного аппарата суставов нижней конечности в пре- и неонатальном онтогенезе

А.Е. Стрижков

Кафедра анатомии человека Лечебного факультета

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

Москва, Россия

e-mail: strizhkov@inbox.ru

В.Н. Николенко

Кафедра анатомии человека Лечебного факультета

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)

Москва, Россия

e-mail: vn.nikolenko@yandex.ru

Р.З. Нуриманов

Кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии

Башкирский государственный медицинский университет

Уфа, Россия

e-mail: ruslan.nurimanov@bk.ru

Р.В. Насыров

Факультет информатики и робототехники Уфимский государственный авиационный

технический университет

Уфа, Россия

e-mail: nrash@yandex.ru

Аннотация

Проведено исследование морфогенеза связочного аппарата суставов нижней конечности человека. Объектом исследования служили связки тазобедренного, коленного и голеностопного суставов трупов 200 плодов и 15 новорожденных детей человека. Каждый сустав являлся базовой системой. В каждой системе вычленились отдельные элементы: пучки коллагеновых волокон первого, второго и третьего порядков, внутри- и внесуставные связки. Оценивались причинно-следственная связь между отдельными элементами систем и ответная реакция на внешнее воздействие на ограниченном временном промежутке и на разных этапах онтогенеза.

1. Введение

В настоящее время отмечается рост травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата (ОДА). При этом в 30 - 50% случаев отмечается заинтересованность суставов, прежде всего нижней конечности [1]. При этом значительная часть патологии развивается на фоне диспластических процессов, развивающихся еще во внутриутробном периоде развития человека [2].

В связи с этим выявление особенностей строения и развитием функции элементов суставов на начальных этапах онтогенеза является актуальной проблемой современной медицины [3].

Целью исследования явилось выяснение общих закономерностей морфогенеза связочного аппарата суставов нижней конечности у плодов и новорожденных детей человека.

Для достижения поставленной цели решались задачи:

1. Проводилось морфологическое исследование связочного аппарата суставов нижней конечности у плодов и новорожденных.
2. Проводилось биомеханическое исследование элементов суставов нижней конечности у плодов и новорожденных.
3. Проводился системный анализ морфогенеза связочного аппарата суставов нижней конечности плодов и новорожденных.

2. Материал и методы исследования

Объектом исследования служили связки тазобедренного, коленного и голеностопного суставов (далее по тексту связки); мышцы таза, бедра и голени (далее по тексту мышцы), полученные на секционном материале от 200 плодов и 15 новорожденных, не имевших патологии опорно-двигательного аппарата. Возраст плода рассчитывался по результатам измерения их теменно-

пяточной и теменно-копчиковой длин по оригинальной методике [4].

Применялись методы анатомического, гистологического, поляризационно-оптического исследования. Для оценки функционального состояние связок проводилось исследования их упруго прочностных свойств при растяжении на разрывной машине ZM-10. Для оценки влияния мышц на морфогенез связок определялся их анатомический поперечник с применением оригинальных устройств.

Полученные данные явились основой для системного анализа, в ходе которого были уточнены составные элементы связочного аппарата суставов, установлены временные параметры состояние элементов системы и выявлены факторы, влияющие на их изменения.

3. Полученные результаты и их обсуждение

3.1. Связка – элемент связочного аппарата сустава

Связки являются частью сустава – подвижного соединения между костями. В свою очередь суставы – это элемент скелета человека [5].

В классической анатомии человека связки суставов разделяют на следующие группы [5]:

1. Внутрисуставные связки.
2. Внесуставные связки:

- 2.1. Капсулярные.

- 2.2. Внекапсулярные.

Анализ проведенного анатомического исследования позволил существенно уточнить данную систематизацию.

Внутрисуставными связками суставов (ВСС) следует считать связки, расположенные внутри от фиброзной мембраны суставной сумки. Непосредственно в полости сустава эти структуры не располагаются – связки отделены от полости синовиальной мембраной суставной сумки. Кроме того эти связки имеют свои самостоятельные точки фиксации на костях, т.е. они находятся внутри от линии прикрепления капсулы сустава.

Внекапсулярные внесуставные связки (ВВС) наоборот, располагаются снаружи от фиброзной мембраны суставной сумки, но могут на некоторых участках срастаться с последней. Эти связки так же имеют самостоятельные точки фиксации на костях.

Капсулярные внесуставные связки (ВКС) являются утолщенной частью фиброзной мембраны суставной сумки, в которой отмечается одинаковое направление волокнистых элементов. Места костной фиксации этих связок соответствуют линии прикрепления капсулы. Следовательно эти связки следует

рассматривать как самостоятельный вид связок суставов.

Распределение связок суставов нижней конечности по группам представлен в таблице 1.

Таблица 1

Распределение элементов связочного аппарата крупных суставов нижней конечности по морфофункциональным группам

Сустав	Связка	Группа
Тазобедренный	Подвздошно-бедренная связка	ВВС
	Лобко-бедренная связка	ВВС
	Седалищно-бедренная связка	ВВС
	Круговая зона	ВКС
	Поперечная связка вертлужной впадины	ВСС
	Связка головки бедра	ВСС
Коленный	Связка надколенника	ВВС
	Большеберцовая коллатеральная связка	ВВС
	Малоберцовая коллатеральная связка	ВВС
	Косая подколенная связка	ВКС
	Дугообразная подколенная связка	ВКС
	Передняя крестообразная связка	ВСС
	Задняя крестообразная связка	ВСС
	Поперечная связка колена	ВСС
Голеностопный	Медиальная коллатеральная (дельтовидная) связка	ВКС
	Латеральная коллатеральная связка	ВКС

Анализ результатов гистологического исследования показал, что функциональными элементами системы «связка» являются пучки коллагеновых волокон (ПКВ), формирующие каркас (скелет) связки.

Самыми крупными ПКВ, формирующими непосредственно связку, являются ПКВ третьего порядка. Они образованы ПКВ второго порядка. Они отделяются друг от друга рыхлой соединительной

Системный анализ морфогенеза связочного аппарата суставов нижней конечности в пре- и неонатальном онтогенезе

тканью. Наименьшей структурно-функциональной единицей связки является ПКВ первого порядка.

ПКВ первого порядка представляют собой организованное объединение коллагеновых волокон, отделенных друг от друга клетками (у плода человека – фибробластами) и протягивающимися без разрыва от одной кости к другой.

3.2. Временные параметры морфогенеза связок

Анализ временных характеристик элементов связочного аппарата суставов нижней конечности в пре- и неонатальном онтогенезе выявил ряд особенностей.

В плодном периоде ранее других на 14-16 неделях внутриутробного развития анатомически определяются ВСС и связка надколенника. Связки в это сформированы ПКВ первого порядка.

На 22-24 неделях определяются все ВСС. Они образованы ПКВ первого порядка.

ПКВ второго порядка формируются на 24-26 неделях в связке головки бедра, связке надколенника и передней крестообразной связке. В эти же сроки в толще суставной сумки можно определить ВКС, образованные ПКВ первого порядка.

ПКВ второго порядка во ВСС образуются на 28-31 неделях, у ВКС – на 32-35-й неделях. ПКВ третьего порядка в плодном периоде обнаруживаются только у связки надколенника и передней крестообразной связках.

3.3. Биомеханические факторы морфогенеза связочного аппарата

Анализ упруго-прочностных свойств связок суставов нижней конечности плодов и новорожденных показал их корреляцию с гистологическим строением органов. Наименьшие значения предела прочности и модуля упругости (Юнга) были зафиксированы при формировании ПКВ второго и третьего порядков, когда толщина ПКВ была наименьшей, прослойки рыхлой соединительной ткани между ними – наибольшей.

Одним из ведущих фактором формирования нового качества волокнистых элементов связок можно считать мышечную активность плода. ПКВ первого порядка в связках сустава формируются при первых активных движениях нижней конечности плода. Дифференциация этих движений ведет к формированию ПКВ второго и третьего порядков.

Выводы

1. Связочный аппарат суставов нижней конечности человека состоит из трех основных элементов, что требует уточнения действующей систематизации связок суставов.

2. Временные интервалы структурного состояния связок на разных этапах пре- и неонатального онтогенеза совпадают внутри выделенных трех элементов.
3. В пренатальном периоде имеются критические периоды морфогенеза связочного аппарата, во время которых отмечается снижение упруго-прочностных свойств и формирование пучков коллагеновых волокон более высокого уровня, и обусловленных формированием нового двигательного стереотипа конечности плода.

Список используемых источников

1. Здоровоохранение в России. 2017: Стат. сб.: Росстат. – М., 2017. – 170 с.
2. Функциональная морфология элементов коленного сустава / В.Ш. Вагапова, Д.Ю. Рыбалко. – Уфа: Изд-во «Гилем», 2015. – 351 с.
3. Стрижков А.Е. Морфологический анализ возрастной динамики биомеханических свойств связок коленного сустава плодов человека // Сеченовский вестник. 2017. № 4. С. 25-29.
4. Стрижков А.Е. Математическая модель оценки возраста плода человека по его наружным антропометрическим показателям // Российские морфологические ведомости. 2000; 1-2: 94-99.
5. Стрижков А.Е., Нуриманов Р.З. Устройство для получения параллельных срезов мягких тканей для морфологического исследования. Патент РФ на полезную модель №161976 // Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент). - 2016, №14.
6. Анатомия человека. Учебник. В 2-х томах / Сапин М.Р., Никитюк Д.Б., Николенко В.Н., Чава С.В. – Т.1. – М.: Изд-во ГЕОТАР-Медиа, 2015.– 528 с.