

БИОЛОГИЯ

УДК 612.15

АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ И РЕОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТЕЙ С ПЛОСКОСТОПИЕМ

© 2014 г.

С.Б. Мамонова,¹ В.Н. Крылов,¹ В.П. Смирнов,² С.А. Сабурцев¹¹Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского²Нижегородский медицинский базовый колледж

kfg@bio.unn.ru

Поступила в редакцию 24.12.2013

Изучены особенности формирования некоторых антропометрических параметров и показателей кровоснабжения дистальных отделов нижних конечностей у детей пре- (7–12 лет) и пубертатного (12–15 лет) периодов, страдающих плоскостопием. Выявлено снижение пульсового кровенаполнения, максимальной скорости кровотока по артериям стоп, повышение тонуса на уровне посткапилляров, свидетельствующее о нарушении венозного оттока. Установлено, что дополнительными патогенетическими факторами в развитии плоскостопия являются низкие значения мышечного и костного компонентов.

Ключевые слова: плоскостопие, кровообращение нижних конечностей, кровенаполнение, индекс массы тела, физическое развитие.

Введение

Плоскостопие – патология стопы, структурно заключающаяся в уменьшении высоты продольных сводов, наклоне и ротации таранной кости в сочетании с пронацией пяточной кости, а функционально – в супинационной контрактуры переднего отдела стопы, нарушении амортизационных свойств свода и эластичности ее связок. Актуальность исследования определяется, во-первых, распространенностью плоскостопия: 26,4 % ортопедической патологии, 81,5 % – среди деформации стоп [1]. Во-вторых, стопа, являясь опорой всего тела, создает осанку, определяет нормальные соотношения частей тела, их статику и динамику, оказывает, таким образом, определяющее влияние на формирование организма.

При плоскостопии патологическое состояние касается не только опорно-двигательного аппарата. Нарушение амортизирующей функции стопы влечет за собой изменение в деятельности мышц голени и стопы, что может проявиться нарушением кровенаполнения нижних конечностей. Вопросам диагностики и лечения патологии стопы у детей посвящено большое количество исследований [1–4]. Однако основное внимание уделяется изучению этиологии, патоморфологии различных деформаций стоп, разработке и усовершенствованию техники консервативной и хирургической кор-

рекции при плоскостопии 3–4 степеней. В научной литературе практически не освещен вопрос комплексного исследования кровотока нижних конечностей при плоскостопии в начальных стадиях заболевания. Цель данного исследования – изучение некоторых антропометрических и функциональных особенностей регионального мышечного кровоснабжения у школьников при плоскостопии на ранних стадиях заболевания.

Методы исследования

В основу работы положен анализ комплексного обследования школьников, имеющих плоскостопие, в возрасте от 7 до 15 лет. Выборка составила 417 человек. При формировании групп учитывалось наличие у школьников деформации костно-мышечной системы при отсутствии сопутствующих заболеваний. Анализ проводился на основании медицинских карт обследуемых детей по данным педиатрического осмотра. В результате весь контингент был разделен на две группы:

1. Исследуемая группа – дети, имеющие плоскостопие, в количестве 175 человек.
2. Контрольная группа детей, не страдающих данной патологией, в количестве 242 человек.

Особенности физического развития определялись с помощью метода антропометрии, ос-

нованного на учете внешних морфологических показателей [5]. Антропометрическое обследование проводилось стандартным набором антропометрических инструментов, прошедших метрический контроль. Определялись масса тела (кг), длина тела (м), рассчитывался индекс массы тела (индекс Кетле) по формуле

$$\text{Индекс массы тела} = \frac{\text{масса (кг)}}{(\text{рост (м)})^2}.$$

В соответствии с рекомендациями ВОЗ [6], распределяли детей по группам, при следующих значениях индекса массы тела: 20–25 – нормальный вес тела, 25–30 – избыточная масса тела, более 30 – ожирение.

Для оценки кровенаполнения голени и стопы использовался неинвазивный метод исследования – реовазография (РВГ) нижних конечностей – осуществленный на реографическом комплексе «Рео-спектр» с последующей компьютерной обработкой полученных данных. Исследование кровотока нижних конечностей осуществлялось в положении лежа, в состоянии физического покоя. Для автоматизированной обработки реовазографии производилась синхронная запись ЭКГ. Регистрацию РВГ производили одновременно с двух смежных сегментов конечностей – «голень – стопа», расположенных симметрично. Для количественной оценки реографии нижних конечностей использовали следующие характеристики:

1. Реографический индекс (РИ) – отношение максимальной амплитуды систолической волны к высоте калибровочного импульса. Показатель характеризует величину суммарного кровенаполнения исследуемой области.

2. Максимальная скорость кровотока (V_{\max}) по артериям крупного калибра, отражающая тонус магистральных артерий (артерии распределения).

3. Дикротический индекс (ДИК), отражающий периферическое сосудистое сопротивление.

4. Диастолический индекс (ДИА) – свидетельствующий о тонусе артериальных сосудов.

5. Q-x – время от начала комплекса QRS ЭКГ до начала анакротического подъема систолической волны реограммы, который характеризует скорость распространения пульсовой волны.

Статистическая обработка полученных результатов выполнена на персональном компьютере в программе «Статистика». Значимость различий между показателями определена с помощью *t*-критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования показали, что гендерных различий по встречаемости плоскосто-

пия у детей выявлено не было. Распределение исследуемого контингента по уровню физического развития показало, что дети, страдающие плоскостопием, в большинстве случаев имеют физическое развитие ниже среднего за счет дефицита массы тела – в 120 случаях (68.6%), среднее физическое развитие – в 48 случаях (27.4%). Физическое развитие выше среднего, обусловленное избытком массы тела, зарегистрировано в 7 случаях (4%).

Таким образом, была отмечена зависимость развития плоскостопия от особенностей физического развития школьников. По результатам проведенной линейно-корреляционной зависимости определяется причинно-следственная связь между массой тела и развитием плоскостопия у детей. Особенно это прослеживается у детей с дефицитом массы тела (коэффициент корреляции 0.9).

При исследовании периферической гемодинамики нижних конечностей по показателям реовазографии нами не было выявлено статистически значимых различий между показателями на правой и левой нижних конечностях у детей, поэтому ниже представлены данные, полученные на левой нижней конечности (таблица). Как видно, ряд показателей реограммы (время распространения пульсовой волны (Q-x), дикротический индекс) в возрасте 7–15 лет меняются незначительно и не отличаются между группами здоровых детей и детей с плоскостопием. Это свидетельствует об отсутствии различий сократительной активности сердца между той и другой группами.

В то же время зарегистрировано существенное различие между группами для таких показателей, как реографический индекс (РИ) и максимальная скорость кровенаполнения (V_{\max}) артерий крупного калибра. При этом наибольшие различия обнаруживаются у детей первого пубертатного периода (12 лет). Если в возрасте 7–9 лет они незначительны или имеют только тенденцию, то в возрасте 12 лет кровенаполнение и его скорость резко снижаются в голени и в еще большей степени – в стопе. Важно отметить, что в этот возрастной период выявлен статистически значимый коэффициент корреляции между показателями массы тела и интенсивности артериального кровотока в стопах ($r = 0.6$, $p < 0.05$). При достижении 15-летнего возраста (2 пубертатный скачок) показатели кровотока по артериям крупного калибра вновь повышаются и отличаются между группами только в голени.

При оценке диастолического индекса, характеризующего процесс оттока крови из артерий в вены и тонус сосудов на уровне посткапилляров, отмечено, что в стопах фиксируется тенденция к

Таблица

Показатели реовазограммы		Особенности регионального кровообращения у школьников										
		9 лет		12 лет		15 лет						
		голень	стопа	голень	стопа	голень	стопа					
	Норма	Патология	Норма	Патология	Норма	Патология	Норма	Патология				
РИ, усл. ед.	1.90±0.01	1.90±0.02	0.82±0.03	0.86±0.05	2.80±0.02	1.44±0.03*	1.70±0.08	0.45±0.02*	0.97±0.01	1.63±0.06*	0.81±0.04	0.85±0.05
I_{\max} , Ом/с	2.39±0.03	2.47±0.07	1.00±0.05	1.30±0.07	2.50±0.04	1.89±0.06*	2.04±0.01	0.63±0.01*	1.30±0.04	2.10±0.02*	1.50±0.02	1.43±0.04
ДИК, %	36.70±5.60	34.30±7.30	27.40±3.10	36.10±5.10	34.0±3.10	31.10±2.20	30.7±4.50	35.90±7.50	338.60±5.30	26.20±4.70	52.00±6.40	44.00±7.40
ДИА, %	47.20±7.90	50.70±4.90	46.80±5.40	49.90±2.90	34.10±1.20	40.00±2.60	38.20±4.20	46.80±1.80	53.00±4.30	54.50±6.80	52.00±1.90	52.00±1.70
Q-x, с	0.24±0.03	0.21±0.01*	0.26±0.02	0.23±0.03	0.18±0.01	0.26±0.02*	0.18±0.01	0.22±0.02*	0.23±0.02	0.24±0.03	0.27±0.02	0.17±0.01*

* Значимость различий ($p \leq 0.05$) между группой здоровых детей и детей с плоскостопием.

большему увеличению ДИА по сравнению с контрольной группой. Последнее позволяет предположить, что при плоскостопии уже на ранних стадиях заболевания повышен тонус посткапилляров, создающий затруднение венозного оттока.

При обсуждении полученных результатов необходимо указать, что исследования, проведенные в последнее время, выявили значимые корреляции индекса массы тела с показателями содержания костного материала школьников [3]. Установлено, что значения минерализованной костной массы достоверно ниже у детей с низкими значениями индекса массы тела. У детей с нормальными значениями индекса массы тела костная минеральная плотность выше. Бубновым О.Ю. [4] определены корреляционные связи между индексом массы тела и маркерами костного метаболизма. Это позволяет предположить, что дефицит массы тела и слабая минерализация костной ткани являются дополнительными факторами риска развития плоскостопия. Слабая минерализация ведет к умень-

шению костной массы (остеопении), в основе патогенеза которой лежит нарушение метаболизма в костях. Это приводит к тому, что кости уменьшаются в объеме, теряют прочность, становятся хрупкими, меняют свою структуру.

С 12 лет отмечается интенсивный рост тела, нижних конечностей, стоп в длину. Мускулатура же развивается медленнее, с преобладанием усиленного роста мышц в толщину [7]. Среднее значение индекса Кетле в 12 лет составляет 28, с дальнейшим его повышением к 16 годам до 34. Сосуды стоп располагаются параллельно поверхности, вены становятся более крупными и менее разветвленными.

Старший школьный возраст (12–15 лет) – период вторичного физиологического вытягивания. У школьников старшего звена обнаруживается тенденция к снижению кровенаполнения нижних конечностей при плоскостопии, что статистически значимо. Снижена максимальная скорость быстрого кровенаполнения в стопах. Повышен сосудистый тонус на уровне посткапилляров,

свидетельствующий о наличии венозного застоя. Завершаются процессы оссификации, и стопа становится более чувствительной к статическим нагрузкам. Сети сосудов «не успевают» расти так быстро. Сосуды, мышцы, нервы, которые находятся на уровне свода стопы, растягиваются, создавая все условия для нарушения кровообращения. Следовательно, интенсивный рост костей с дифференциацией форм и структур обуславливает диспропорции между темпами роста костей и мышц. Избыточные нагрузки на точки опоры при слабости мышечно-связочного аппарата приводят к прогрессированию пронации пяточной кости, наклону и ротации таранной кости, что может быть пусковым моментом развития плоскостопия.

У детей младшего школьного звена (7–11 лет) при плоскостопии артериальный кровоток в нижних конечностях не изменен. Показатели тонуса и эластичности сосудов на уровне голени свидетельствуют об адекватном обеспечении кровенаполнения. Сократительная способность сердца не нарушена. Вместе с тем, выявлено наличие повышенного тонуса посткапилляров (увеличение ДИА) на ранних стадиях заболевания. Незначительные изменения регионального кровообращения у детей 7–11 лет связаны с их анатомо-физиологическими особенностями развития: увеличение густоты сосудистой сети и межсосудистых анастомозов стоп, капилляры более тонкие и проницаемые. В препубертатном периоде обнаруживаются высокие функциональные возможности организма ребенка со стабильностью обменных процессов, темпов роста и массы тела. Под влиянием нагрузок стопа расплывается в два раза больше, чем стопа взрослого, но выносливость и высокая подвижность скелетных мышц predisполагают к быстрому возвращению стопы в исходное положение. Из этого следует, что высокий энергетический потенциал детей младшего школьного возраста, их способность адаптироваться к изменяющимся нагрузкам компенсируют начальные нарушения кровообращения при плоскостопии, сохраняя адекватное кровенаполнение в стопах.

Выводы

Выявлена причинно-следственная связь развития плоскостопия у детей с дефицитом массы тела

(коэффициент корреляции 0.9). Дополнительными факторами риска в развитии плоскостопия являются низкие значения мышечного и костного компонентов у детей, что особенно проявляется в старшем школьном возрасте.

У детей, страдающих плоскостопием первой степени, при отсутствии клинических признаков заболевания, выявлено изменение регионального кровообращения в период второго физиологического вытягивания. Наблюдается нарушение местной гемодинамики, состоящее в снижении пульсового кровенаполнения и максимальной скорости кровотока по артериям стоп на фоне повышения тонуса сосудов на уровне посткапилляров, что свидетельствует о нарушении венозного оттока. Выявленные изменения вазореографических показателей регионального (голень–стопа) кровотока могут быть использованы для ранней диагностики плоскостопия у школьников.

Список литературы

1. Конюхов С.П., Лапкин Ю.А., Янов А.Н. Тактика и принципы лечения врожденной деформации стоп у детей // Матер. симп. детских травматологов-ортопедов России «Оптимальные технологии диагностики и лечения в детской травматологии и ортопедии, ошибки и осложнения», Волгоград, 2003. С. 329–334.
2. Гамалин С.В. Совершенствование хирургической тактики при лечении больных с поперечным плоскостопием. Автореферат дис. ... канд. мед. наук. СПб.: Воен-мед. акад. им. С.М. Кирова, 2011. 24 с.
3. Ермошкина А.Ю., Феллово В.В., Манчук В.Т., Казакова Т.В. Клинико-антропометрическая характеристика и вегетативная регуляция у лиц юношеского возраста, больных сколиозом. Красноярск: НИИ СО РАМН, 2011. 107 с.
4. Бубнов О.Ю. Состояние костного метаболизма у лиц молодого возраста с нарушением осанки и коррекции его изменений α -кальцидолом. Автореферат дис. ... канд. мед. наук. Владивосток: Владивостокский госуд. медицинский ун-т, 2005. 25 с.
5. <http://readbookz.com>.
6. http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.
7. Антонова О.А. Возрастная анатомия и физиология: Учеб. пособие для сдачи экзамена. М.: Высшее образование, 2006. 192 с.

ANTHROPOMETRIC AND RHEOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF CHILDREN WITH FLAT FEET

S.B. Mamonova, V.N. Krylov, V.P. Smirnov, S.A. Saburtsev

The formation features of some anthropometric parameters and indicators of blood supply to the distal lower extremities have been studied for pre-pubertal (7–12 years) and pubertal (12–16 years) children with flat feet. A decrease in pulse volume and maximum velocity of foot arterial blood flow has been found along with an increase of post-capillary vascular tonus testifying to the venous outflow obstruction. Low values of muscle and bone components have also been revealed to be additional pathogenetic factors in the development of flat feet.

Keywords: flat feet, lower extremity circulation, blood supply, body mass index, physical development.

References

1. Konjuhov S.P., Lapkin Ju.A., Janov A.N. Taktika i principy lechenija vrozhdennoj deformacii stop u detej // Mater. simp. detskih travmatologov-ortopedov Rossii «Optimal'nye tehnologii diagnostiki i lechenija v detskoj travmatologii i ortopedii, oshibki i oslozhenija», Volgograd, 2003. S. 329–334.
2. Gamolin S.V. Sovershenstvovanie hirurgicheskoj taktiki pri lechenii bol'nyh s poperechnym ploskostopiem. Avtoreferat dis. ... kand. med. nauk. SPb.: Voenmed. akad. im. S.M. Kirova, 2011. 24 s.
3. Ermoshkina A.Ju., Fefelova V.V., Manchuk V.T., Kazakova T.V. Kliniko-antropometricheskaja harakteristika i vegetativnaja reguljacija u lic junosheskogo vozrasta, bol'nyh skoliozom. Krasnojarsk: NII SO RAMN, 2011. 107 s.
4. Bubnov O.Ju. Sostojanie kostnogo metabolizma u lic mladogo vozrasta s narusheniem osanki i korrekcii ego izmenenij α -kal'cidolom. Avtoreferat dis. ... kand. med. nauk. Vladivostok: Vladivostokskij gosud. meditsinskij un-t, 2005. 25 s.
5. <http://readbookz.com>.
6. http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.
7. Antonova O.A. Vozrastnaja anatomija i fiziologija: Ucheb. posobie dlja sdachi jekzamena. M.: Vysshee obrazovanie, 2006. 192 s.