

Различия доказаны статистически по всем критериям при сравнении клинических групп: контроль и холецистит (острый или рецидивирующий); дисфункция и холецистит (острый или рецидивирующий; холецистит (острый или рецидивирующий) и желчнокаменная болезнь. Следовательно, детей, больных холециститом, отличает от всех других клинических групп толщина стенки желчного пузыря. Для определения диагностических границ толщины стенки желчного пузыря мы использовали 95%-доверительный интервал для популяционной медианы, вычисленный по исходной выборке с учетом рангов [7] (табл.4).

Таблица 4

95%-доверительный интервал для популяционной медианы толщины стенки желчного пузыря

Клинические группы	95%-доверительный интервал
Контроль	2,0-2,0 мм
Дисфункция	2,0-2,0 мм
Холецистит острый	2,5-3,0 мм
Холецистит рецидивирующий	2,5-3,0 мм
Желчнокаменная болезнь	2,2-2,2 мм

С вероятностью 95% можно утверждать, что у ребенка с толщиной стенки желчного пузыря $>2,5$ мм есть холецистит (острый или рецидивирующий). Для определения статистической мощности исследования мы использовали формулы, предложенные [7]. Для этого мы объединили детей контрольной группы и детей с дисфункцией билиарной системы (как не имеющих воспаления в стенке желчного пузыря) в одну группу А, а детей, больных холециститом (острым и рецидивирующим) в другую группу В. Минимальное среднее различие между группами определяли по минимальной разнице между границами 95%-доверительного интервала для популяционной медианы, что составило 0,5 мм. Учитывая, что число объектов исследования в группах не равно, среднее квадратичное отклонение (m) для разности средних рассчитывали последовательно по [7].

Среднеквадратичное отклонение в группах А и В определяли с помощью пакета прикладных программ статистика из раздела «Основные статистики и таблицы», подмодуль «Описательные статистики». В группе А среднеквадратичное отклонение составило 2,174 в группе В – 4,731. Подставив необходимые значения в формулы, получили окончательный результат: $m=0,44$. По номограмме Альтмана для вычисления объемов выборок [7], на основании имеющихся параметров, можно определить мощность исследования. Для стандартизированной разницы 0,44, уровня значимости 0,01 и объема выборки $N=279$, мощность проведенного исследования равна 0,96. С уверенностью 96% можно утверждать, что имеющиеся различия толщины стенки желчного пузыря позволяют выявить холецистит при толщине стенки желчного пузыря у ребенка более 2,5 мм.

При толщине стенки желчного пузыря >2 мм у ребенка в возрасте >3 лет можно заподозрить заболевание желчевыводящей системы, при толщине стенки $>2,5$ мм – холецистит. Утолщение стенки желчного пузыря, обусловленное отеком, необходимо выявлять в ранние сроки заболевания, в первые 3 дня болезни. Это обусловлено клиническими проявлениями заболевания. Желчная колика у детей при остром холецистите сохраняется до трех дней, а потом ослабевает, длительность острого холецистита колеблется от 2 недель до 1,5-2 месяцев [5]. Гипертрофия стенки желчного пузыря может быть выявлена и в более поздние сроки. У детей 1-го года жизни толщина стенки желчного пузыря не является основным критерием в УЗ-диагностике холецистита вследствие тонкой стенки желчного пузыря и ограничения разрешающей способности УЗ-сигнала. У детей 1-го года жизни для диагностики острого холецистита необходимы другие критерии.

Литература

- Алексе Р.О. Д // Тер. архив.– 1990.– Т.62, №2.– С.85–87
- Биссет Р.А., Хан А.Н. Дифференциальный диагноз при абдоминальном ультразвуковом исследовании: Пер. с англ./ Под ред. С.И.Пиманова.– М.: Медицинская литература,2001.– 272с.
- Дворяковский И.В. и др. Ультразвуковая диагностика в педиатрии.– Л.: Медицина, 1987.– 160с.
- Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике в педиатрии/ Под ред. М.И.Пыкова, К.В.Батолина.– М:Видар,1998.– 376 с.
- Козловский А.А. Основы детской гастроэнтерологии: Уч. пос.– Мин.:Технопринт, 2002.– 180 с.

6. Минушкин О.Н. // Вестн. рентгенол. и радиол.– 1987.– №1.– С.58–63

7. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA.– М.:МедиаСфера, 2003.– 312 с.

8. Лемешко З.А. и др// Рос. ж. гастроэнтерол., гепатол., колопроктол.– 2001.– №2.– С.88–90.

УДК 612.1; 613.72

ОСОБЕННОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ У МАЛЬЧИКОВ В ВОЗРАСТЕ ОТ 9 ДО 12 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ

Е.Н.ДЬЯКОНОВА*

Результаты исследования системы микроциркуляции методом лазерной допплеровской флюориметрии в динамике могут служить маркером для подбора и дозирования физических нагрузок у детей, занимающихся спортом.

Ключевые слова: микроциркуляция, дозирование нагрузок

Частое нарушение состояния здоровья детей и подростков связывают с изменением социально-экономических, экологических условий, с несовершенством в организации учебного процесса, гиподинамии, низкой физической подготовленностью [1, 4], что диктует необходимость в разработке превентивных мероприятий по его улучшению. В настоящее время при изучении функциональных особенностей организма с помощью различных диагностических методов все большее развитие приобретают исследования гемодинамики в микроциркуляторном русле. Сегодня можно сказать, что микроциркуляторное звено в сосудистой системе является ключевым, т.к. все другие звенья этой системы, по существу, призваны обеспечить основную функцию, которую выполняют микрососуды – транскапиллярный обмен [3]. Исследование физического развития, системы гемодинамики, особенностей функционирования органов и систем при неоднородной физической активности позволяет выявить функциональный резерв организма и оптимизировать физические нагрузки. В этой связи изучение системы микроциркуляции крови представляется актуальным т.к. дает характеристику состояния тканевого кровотока и его изменчивость в условиях физических нагрузок.

В качестве одного из основных методов изучения микроциркуляции применяется лазерная допплеровская флюориметрия (ЛДФ), позволяющая реализовать интегративную неинвазивную оценку состояния микроциркуляторной гемодинамики в органах и тканях, коррелирующую со сдвигами в центральной гемодинамике [2, 5]. Этот метод используется в медико-биологических и в медицинских исследованиях организма человека, но до сих пор не разработаны надежные нормативные критерии параметров микроциркуляции с учетом возраста и половой принадлежности при повышенных физических нагрузках.

Цель – изучение в динамике особенностей микроциркуляции крови у мальчиков в возрасте 9÷12 лет в зависимости от интенсивности спортивных занятий восточными единоборствами.

Материал и методы. Обследуемый контингент составили 76 практически здоровых мальчиков в возрасте от 9 до 12 лет, занимающихся в спортивных секциях входящих в федерацию восточных единоборств г. Иваново (Айки-до, Каратэ, Тхэквондо, спортивное У-шу). В зависимости от длительности занятий в спортивной секции дети были разделены на 4 группы. В 1-ю группу вошли 15 детей, которые впервые начали посещать занятия, во вторую – 21 человек, посещавший спортивную секцию от 1 до 2 лет, в третью – 22 человека, занимавшихся от 2 до 3 лет и четвертую – 18 детей, длительность занятий которых составила 3 года и дольше. Кратность занятий в первых трех группах составила до 3 раз в неделю в четвертой от 4 до 6 раз, продолжительностью от одного до полутора часов. Дети, которые занимались в спортивной секции свыше 2 лет, дополнительно участвовали в спортивных соревнования не реже одного раза в 2 месяца. Обследование проводилось в динамике с промежутком в 6 месяцев.

Для исследования функционального состояния и особенностей микроциркуляции в детском организме осуществляли лазерную допплеровскую флюориметрию (ЛДФ) с применением лазерно-

* ГОУ ВПО Ивановская ГМА, г. Иваново пр. Ф. Энгельса д.8 (т.8-4932-53-98-52, моб.89158223209), Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства им. В.Н. Городкова,

го анализатора капиллярного кровотока «ЛАКК-01» (НПО «Лазма», Россия), на передней поверхности в области нижней третей правого предплечья. С помощью компьютерной программы обработки ЛДФ-граммы определяли характеристики микроциркуляции: ПМ (параметр микроциркуляции), регистрируемый в относительных перфузионных единицах (перф.ед.), отражает степень перфузии, преимущественно эритроцитарной фракцией, ед. объема ткани за ед. времени и позволяет проследить ее динамику при функциональных пробах. СКО (среднее квадратичное отклонение регистрируемых допплеровских сигналов от среднего значения) характеризует колеблемость величины потока эритроцитов во времени (или уровень флакса). Важным этапом ЛДФ-метрии является частотно-амплитудный анализ (АЧС) гемодинамических ритмов колебаний тканевого кровотока. Программное обеспечение АЧС-анализа основывается на спектральном разложении ЛДФ-граммы с использованием математического аппарата Фурье. При этом амплитуда каждой гармонической составляющей определяется в диапазоне частот от 0,01 до 1,2 Гц.

Среди колебаний кровотока, отраженных в ЛДФ-грамме и ее частотно-амплитудном спектре, наиболее физиологически значимыми являются очень низкочастотные колебания VLF (0,01-0,03 Гц), которые характеризуют влияние гуморально-метаболических факторов на состояние микроциркуляции. Они, возможно, связаны с периодическими сокращениями эндотелиоцитов, которые обусловлены сокращениями их цитоскелета.

Низкочастотные LF-колебания (0,05-0,15 Гц) обусловлены спонтанной периодической активностью гладких миоцитов в стенке артериол, вызывающей периодические изменения их диаметра. Их называют вазомоциами. На активные модуляции тканевого кровотока посредством вазомоторного механизма накладываются высокочастотные апериодические флаксмоции относительно большой амплитуды, отражающие влияния симпатического звена регуляции. Снижение амплитуды низкочастотных флаксмоций может свидетельствовать об угнетении нейрогенного и вазомоторного механизмов.

Высокочастотные HF-колебания (0,2-0,3 Гц) обусловлены периодическими изменениями давления в венозном отделе сосудистого русла, вызываемыми дыхательными экскурсиями. Пульсовые колебания CF (1,0-1,2 Гц) отличаются малой амплитудой колебания флаксмоций и обусловлены перепадами внутрисосудистого давления, которые синхронизированы с кардиоритмом. При частотно-амплитудном анализе ЛДФ-граммы рассматривался вклад (Р) ритмических составляющих, который оценивался по их мощности в процентном отношении к общей мощности спектра флаксмоций:

$$P = (A_{LF}^2 / (A_{VLF}^2 + A_{LF}^2 + A_{HF}^2 + A_{CF}^2)) \times 100\%.$$

Соотношение активных модуляций кожного кровотока, обусловленных миогенным и нейрогенным механизмами и дополнительных парасимпатических влияний на него рассчитывали как индекс флаксмоций: ИФМ = $A_{LF} / (A_{HF} + A_{CF})$.

Таблица 1

Показатели микроциркуляции и ее реактивности у мальчиков 9–12 лет, в зависимости от интенсивности занятий спортом

Параметры	1 группа n=15	2 группа n=21	3 группа n=22	4 группа n=18
Параметры микроциркуляции				
ПМ, перф. ед.	2,4±0,29	4,05±0,27	3,97±0,2	2,68±0,18
σ	0,6	0,4****-****	0,94****-****	0,91
СКО пер. ед.	0,5±0,09	2,84±0,33	2,65±0,2	1,82±0,15
σ	0,1	0,9****-****	0,81****-****	0,3****
ИФМ	1,9±0,25	2,58±0,13	2,64±0,22	1,86±0,08
σ	0,4	0,2****-****	0,43****-****	0,48
Частотно-амплитудный спектр				
VLF	52,3±1,05	72,33±1,78	75,1±3,3	53,2±4,8
σ	4,9	5,89****-****	6,9****-****	8,2
LF	39,3±2,1	25,12±1,6	12,5±1,9	17,3±1,32
σ	4,1	5,3****-****	3,2****-****	2,33****
HF	7,1±0,71	2,33±0,31	4,1±0,7	21,01±0,5
σ	1,4	0,7****-****	1,2****-****	1,22****
CF	1,3±0,18	0,27±0,08	0,33±0,1	6,3±1,1
σ	0,3	0,18****-****	0,2****-****	1,6****
RKK%	303,2±28,4	525,78±64,3	533,7±53,28	373,1±41,2
σ	44,1	84,4****-****	101,1****-****	72,6****
Время полувосстановления кровотока (T1/2)с.	8,2±1,1	8,9±1,45	12,1±1,87	7,1±0,88
σ	2,05	3,78	3,92****-****	1,66

* – достоверность различий между показателями микроциркуляции с детьми 1 группы, где: * – p<0,05; ** – p<0,02; *** – p<0,01; **** – p<0,001.

** – достоверность различий между показателями микроциркуляции с детьми 4 группы, где: * – p<0,05; ** – p<0,02; *** – p<0,01; **** – p<0,001

С целью выявления уровня реактивности микрососудов проводили функциональные пробы (дыхательную и окклюзионную), провоцирующие изменения микроциркуляции и ее регуляторных механизмов. Дыхательная проба (ДП) велась посредством задержки дыхания на высоте вдоха в течение 15 секунд, данная проба вызывает активацию симпатического звена автономной нервной системы, что приводит к спазму приносящих микрососудов и временему снижению кровотока. Для оценки реактивности микрососудов определяли время полувосстановления кровотока (T1/2). Для оценки механизмов метаболической регуляции кровотока использовали окклюзионную пробу (ОП). Для этого осуществляли 3-минутное пережатие манжеткой тонометра участка на плече (выше места обследования). После прекращения компрессии сосудов верхней конечности в микрососудах развивается реактивная (метаболическая) постокклюзионная гиперемия, выраженная в процентах к исходному уровню, характеризует резерв капиллярного кровотока (РКК).

Результаты. В основу выявления характеристик состояния микроциркуляции были положены статистические показатели, получаемые при ЛДФ-метрии: параметр микроциркуляции (ПМ), среднее квадратичное отклонение (СКО), индекс флаксмоции (ИФМ). Полученные данные представлены в табл.1 и 2.

У мальчиков 9–12 лет, занимающихся в спортивных секциях, показатели базального кровотока отличались сравнительно высокой интенсивностью, однако у детей первой и четвертой группы интенсивность кровотока была достоверно ниже, чем в третьей и четвертой. Механизмы модуляции тканевого кровотока – миогенный, нейрогенный, дыхательный, изменение давления, также выше у детей 2 и 3 групп, у детей первой группы в механизме модуляции тканевого кровотока преобладали тонические симпатические влияния, о чем говорили показатели СКО. У детей 2 и 3 группы наблюдалась высокая сбалансированность активных вазомоторных и пассивных компенсаторных модуляций тканевого кровотока, что отражает такой показатель, как индекс флаксмоций (ИФМ). У детей 1-й и 4-й групп при усиливении высокочастотных и пульсовых колебаний ИФМ определялся достоверно ниже, чем в предыдущих группах наблюдения.

Анализ вклада амплитудно-частотного спектра показал, что во всех группах наблюдения преобладали низкочастотные колебания, однако этот показатель достоверно выше был у детей 2 и 3 групп наблюдения. У детей 4 группы на этом фоне наблюдалось достоверное снижение низкочастотных колебаний LF, что свидетельствует об угнетении нейрогенного вазомоторного механизма при одновременном нарастании высокочастотных HF-колебаний, отражающих повышение влияния парасимпатического звена регуляции на состояние тканевого кровотока. Время полувосстановления кровотока после окклюзионной пробы у детей в 4 группе оказалось ниже, чем у мальчиков остальных групп, однако достоверные отличия получены только между 3-й группой наблюдения (p<0,001). Резерв капиллярного кровотока у мальчиков в 4 группе был выше, чем в 1 группе (p<0,01), но ниже, чем во второй (p<0,001) и третьей (p<0,001) группах наблюдения. Такое соотношение показателей амплитудно-частотного спектра отражает снижение эффективности работы системы микроциркуляции, когда в исходном состоянии затруднение венозного оттока крови приводит к закрытию прекапиллярных сфинктеров, сопровождающееся снижением капиллярного кровотока. У детей 1 группы вклад в регуляцию микроциркуляторной гемодинамики высокочастотных HF-колебаний был также достоверно выше, чем во 2 и 3 группах наблюдения, при высоком уровне низкочастотных CF-колебаний, что отражает снижение эффективности микроциркуляции и наличие признаков затруднения венозного оттока. Дети, занимающиеся спортом от 1 года до 3 лет, имели высокий уровень микроциркуляторной гемодинамики. У детей, которые не занимались спортом или занимались в секциях вос точных единоборств свыше трех лет, изначально наблюдались изменения в регуляции микроциркуляторной гемодинамики.

Так в первой группе, где мальчики изначально не занимались спортом, при хорошем (но ниже чем во 2 и 3 группах наблюдения) уровне базальной микроциркуляции имелась склонность к спазму в артериальном русле и легкие признаки затруднения венозного оттока при сниженной реактивности микрососудов. Мальчики первой группы имели сниженные показатели функциональных резервов системы микроциркуляции, что у здоровых детей может являться признаком детренированности на фоне гиподинамики. У мальчиков 4 группы, имевших интенсив-

ные физические нагрузки, сопряженные с повышенным травматизмом (частые спортивные поединки) уровень базальной микроциркуляции находился на достаточном уровне при высоких значениях функционального резерва капиллярного кровотока, однако наблюдалась сниженная реактивность микрососудов на фоне признаков затруднения венозного оттока.

Таблица 2

Динамика через 6 месяцев показателей микроциркуляции и ее реактивности у мальчиков 9–12 лет, в зависимости от продолжительности и интенсивности занятий спортом

Параметры	1 группа n=15	2 группа n=21	3 группа n=22	4 группа n=18
Параметры микроциркуляции				
ПМ, перф.ед.	3,89±0,33	4,4±0,28	3,1±0,3	2,7±0,7
σ	0,6	0,84*** ^{xxxx}	0,6	1,3***
СКО перф.ед.	1,98±0,08	2,7±0,9	2,4±0,77	1,8±0,64
σ	0,36	0,9*** ^{xx}	0,2*** ^{*x}	1,2
ИФМ	2,3±0,36	2,6±0,32	2,7±0,08	1,7±0,44
σ	0,16*	0,9xxx	0,2xxx	0,89
Частотно-амплитудный спектр				
VLF	64,2±4,4	73,1±3,8	68,1±4,6	52,2±3,5
σ	8,0****	6,9**** ^{xx}	8,1****	7,74
LF	24,2±2,5	18,1±2,1	14,1±1,8	18,2±2,67
σ	5,1	4,8*** ^{xxx}	3,7**** ^{xx}	4,1***
HF	3,7±1,8	2,4±0,22	8,7±0,98	22,3±2,2
σ	2,9****	0,51**** ^{xxxx}	1,8**** ^{xx}	4,1
CF	0,65±0,11	0,35±0,09	4,2±0,1	6,8±1,1
σ	0,25****	0,18**** ^{xxxx}	0,25****	2,01
RKK%	404,5±34,5	530,22±65,2	487,1±68,8	308±39,5
σ	58,4***	102,8**** ^{xxxx}	88,9**** ^{xx}	75,8
Время полу восстановления кровотока (T1/2), с.	8,8±1,28	9,1±2,02	9,1±1,09	7,1±1,16
σ	2,1***	3,89*	2,45*	2,24

* – достоверность различий между показателями микроциркуляции с детьми 1 группы, где: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,02$; *** – $p < 0,01$; **** – $p < 0,001$.

** – достоверность различий между показателями микроциркуляции с детьми 4 группы, где: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,02$; *** – $p < 0,01$; **** – $p < 0,001$. x – коэффициент достоверности различий между показателями микроциркуляции с детьми 3 группы, где: ^x – $p < 0,05$; ^{xx} – $p < 0,02$; ^{xxx} – $p < 0,01$; ^{xxxx} – $p < 0,001$

Повторная ЛДФ-метрия в динамике через 6 месяцев показала, что у детей 1 группы достоверно повысились: интенсивность кровотока ПМ, показатели СКО и ИФМ (табл. 2), (рис 1).

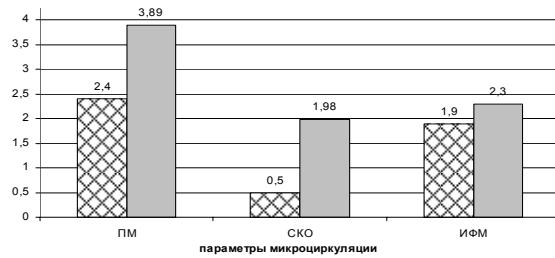


Рис. 1. Динамика параметров микроциркуляции у детей 1 группы через 6 мес. от начала занятий спортом

Изменения амплитудно-частотного спектра выявили повышение вложения низкочастотных колебаний VLF и LF и достоверное снижение высокочастотных FH и пульсовых CF колебаний, при этом наблюдалось повышение резерва капиллярного кровотока при проведении дыхательной пробы с 303,2% до 404,5% ($p < 0,001$) и увеличение времени полу восстановления кровотока с 8,2 с. до 11,8 с ($p < 0,001$) при проведении окклюзионной пробы, что позволяет говорить о повышении функциональных резервов системы микроциркуляции (рис. 2).

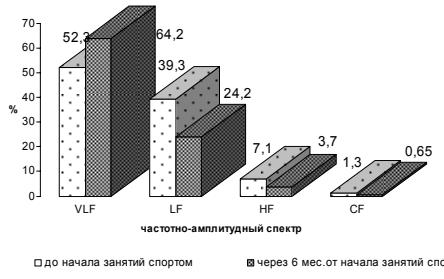


Рис. 2. Динамика частотно-амплитудного спектра после начала занятий спортом у мальчиков 1 группы

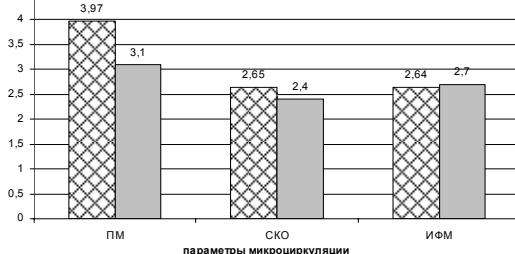


Рис. 3. Динамика параметров микроциркуляции у детей 3 группы через 6 мес. при увеличении спортивных нагрузок

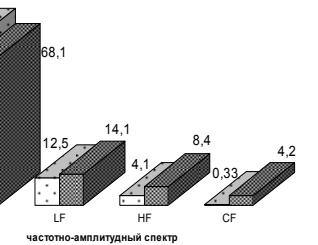


Рис. 4. Динамика частотно-амплитудного спектра при увеличении нагрузки у мальчиков 3 группы

Параметры микроциркуляции и вклад в амплитудно-частотный спектр у детей 2 и 4 групп достоверно не изменились. У детей 3 группы, где у 40% [9] интенсивность физических нагрузок возросла, показатели микроциркуляции сохранили свои значения на высоком регуляторном уровне (рис. 3), но вклад в амплитудно-частотной спектр выявил рост высокочастотных HF ($p < 0,001$) и пульсовых CF ($p < 0,001$) колебаний (рис.4), что говорит о напряжении регуляции, затруднении венозного оттока со склонностью к спазму в артериальном звене. Анализ функциональных проб выявил спад реактивности микрососудов с укорочением времени полу восстановления при окклюзионной пробе ($p < 0,01$) при снижении резерва капиллярного кровотока.

Заключение. У всех детей базальная микроциркуляция находилась на достаточном функциональном уровне. Наиболее эффективный уровень микроциркуляции с доминированием активных механизмов модуляции тканевого кровотока и высоким уровнем функционального резерва капиллярного кровотока достигает у мальчиков 9–12 лет, занимающихся спортом в секциях восточных единоборств. Мальчики, изначально не занимавшиеся спортом, имели снижение функциональных резервов микрососудистого русла, что было связано с ослаблением вазомоторного ритма и усилением пассивных механизмов в модуляции тканевого кровотока, что у здоровых детей может являться признаком детренированности на фоне гиподинамии.

Через 6 месяцев от начала занятий спортом у детей шло повышение эффективности работы микроциркуляторного русла с доминированием активных механизмов модуляции тканевого кровотока и рост уровня резерва капиллярного кровотока, приближающего их к гемодинамике детей, занимающихся спортом от 1 года до 3 лет. У мальчиков, которые занимались спортом > 3 лет с высокой интенсивностью и большей кратностью занятий, было напряжение регуляторных механизмов в системе микроциркуляции, отражающее спад эффективности ее работы и служащее фактором риска развития у них сосудистой патологии. Исследование системы микроциркуляции методом лазерной допплеровской флюориметрии могут служить маркером для дозирования физических нагрузок у детей, занимающихся спортом.

Литература

- Баранов А.А. // Рос. педиатр. ж.– 1998.– №3.– С5–8
- Козлов В.И. и др. Метод лазерной допплеровской флюориметрии. Пособие для врачей. М. 2001.– 22 с.
- Козлов В.И. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006.– Т.5.– №1– С. 84–101
- Жданова Л.А. // Рос. педиатр. ж.– 1998.– №3.– С.57–59.
- Antonios T. F. // J. Vascular. – 2000. – Vol. 37. – P. 76.