

ОСОБЕННОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ И ТРАНСКУТАННОГО ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА У СПОРТСМЕНОВ С РАЗНОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Борисевич С.А.

ФГОУ ВПО «Тюменская государственная сельскохозяйственная академия», Тюмень, Россия (Тюмень, 625003, Республиканская ул., 7), sergeiborisevich@yandex.ru

Исследовали микроциркуляцию и парциальное давление кислорода в крови кожи спортсменов. Обследован 131 спортсмен (92 юноши и 39 девушек) – представители циклических (академическая гребля, гребной слалом, плавание), сложнокоординационных (эстетическая и художественная гимнастика) и игровых видов спорта (гандбол, настольный теннис), а также 30 контрольных лиц того же возраста, не занимающихся спортом. Микроциркуляцию оценивали лазерной доплерографией с применением лазер-доплеровского флоуметра BLF-21 Perimed. Глубина проникновения лазерного пучка составляла 0,6-1,5 мм, что давало информацию как о поверхностном, так и о глубоком кожном сосудистом сплетении. Регистрируемый сигнал характеризовал кровоток в микрососудах в объеме 1-1,5 мм³ ткани. Измерения проводили в 14 точках на лбу, животе, спине, на внутренней и внешней стороне кистей рук, передней и задней поверхности голени и стопе. Транскутанное парциальное давление кислорода (pO₂) измеряли полярографически с помощью монитора TCM-400; парциальное напряжение кислорода (Tc pO₂, в mmHg) – с помощью мембранного закрытого электрода типа «Кларка», позволяющим создавать локальную гипертермию (до 44 °С) и гиперемии; измерение температуры кожи – с помощью прибора COSMOMED SKIN-O-MATE. Показано, что у спортсменов и спортсменок снижена температура кожи и ее микроциркуляция. При этом у спортсменок снижается также парциальное давление кислорода в микроциркуляторном русле кожи, что может быть связано не только с характером тренировочных нагрузок, но и со спецификой отбора, когда предпочтение отдается девочкам астенического телосложения с высокой подвижностью в суставах. В игровых видах спорта у юношей снижается Tc pO₂, у девушек – температура и микроциркуляция кожи, но менее выражено, чем в сложнокоординационных видах. В циклических видах спорта у юношей снижается микроциркуляция; у девушек изменения микроциркуляторного русла не установлены.

Ключевые слова: спорт, температура кожи, микроциркуляция.

FEATURES MICROCIRCULATION AND TRANSCUTANEOUS PARTIAL PRESSURE OF OXYGEN IN ATHLETES FROM DIFFERENT DIRECTIONS OF PHYSICAL ACTIVITY

Borisevich S.A.

FGOU VPO «Tyumen State Agricultural Academy», Tyumen, Russia (Tyumen, 625003, Republic Street., 7), sergeiborisevich@yandex.ru

Investigated the microcirculation and the partial pressure of oxygen in the blood of the skin of athletes. 131 athlete examined (92 boys and 39 girls) – Representatives of cyclic (rowing, rowing slalom, swimming), difficult coordination (aesthetic and artistic gymnastics) and team sports (handball, table tennis), and 30 control individuals of similar age, not involved in sports. Laser Doppler microcirculation was assessed using laser Doppler flowmetry BLF-21 «Perimed». The depth of penetration of the laser beam was 0.6-1.5 mm, which gave information on both the superficial and the deep dermal vascular plexus. The recorded signal characterized blood flow in micro vessels in the volume of 1-1.5 mm³ of tissue. Measurements were made at 14 points on the forehead, abdomen, back, inside and outside of the hands, front and back of the leg and foot. Transcutaneous partial pressure of oxygen (pO₂) was measured polarographically using a monitor TCM-400, the partial oxygen pressure (Tc pO₂, in mmHg) – Closed by membrane electrode such as "Clark", allows you to create a local hyperthermia (up to 44 ° C), and flushing; measurement of skin temperature – with an instrument COSMOMED SKIN-O-MATE. It is shown that the sportsmen and women, decreased skin temperature and its microcirculation. At the same time in athletes decreased as the oxygen partial pressure in

the microvasculature of the skin that may be associated not only with the nature of training loads, but the specifics of the selection when preference is given to girls asthenic build with high mobility in the joints. In team sports for boys decreased Tc pO₂, the girls – the temperature and the microcirculation of the skin, but less pronounced than in difficult coordination species. In cyclic sports among boys decreased microcirculation, the girls change microcirculation channel is not installed.

Keywords: sports, skin temperature, microcirculation.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение сердечно-сосудистой системы имеет важное практическое значение для физиологии спорта, в частности для решения вопросов об отборе и ориентации спортсменов, а также для разработки путей и методов совершенствования спортивного мастерства [4–6]. Спортивные тренировки вызывают морфофункциональную перестройку сердечно-сосудистой системы и изменение параметров системной гемодинамики. При нормальных условиях верхние слои кожи (эпидермис и сосочковый слой) снабжаются кислородом из воздуха. Поступление кислорода в организм через кожу незначительно и составляет около 0,4% от поступления кислорода через легкие. Более глубокие слои кожи получают кислород через кровь [3; 7; 9].

В настоящее время картину степени кровоснабжения и микроциркуляции можно получить неинвазивным методом, с помощью лазерной доплерофлоуметрии (ЛДФ) [8]. Исследования, посвященные изучению МЦ кожи у спортсменов с применением современных подходов, единичны [1; 2].

Одним из перспективных методов изучения микрогемодинамики является чрескожное определение напряжения кислорода и углекислого газа в тканях. Этот метод является косвенным показателем микроциркуляции кожи.

Целью работы было изучение показателей температуры, микроциркуляции и парциального давления кислорода в коже спортсменов – представителей циклических, сложнокоординационных и игровых видов спорта.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследован 131 спортсмен – 92 юноши и 39 девушек. В контрольную группу вошли студенты 1 курса СПбГАВМ, не занимающиеся спортом – 16 юношей и 14 девушек. Средний возраст спортсменов составил $17,6 \pm 0,14$ года, в контрольной группе – $18,3 \pm 0,15$ года. Спортсмены имели квалификацию не ниже первого взрослого разряда. В обследование были включены представители циклических (академическая гребля, гребной слалом, плавание), сложнокоординационных (эстетическая и художественная гимнастика) и игровых видов спорта (гандбол, настольный теннис). Все определения осуществляли в 8-9 часов утра до тренировки, до душа.

Исследование микроциркуляции проводили методом лазерной доплерографии с применением лазер-доплеровского флоуметра BLF-21 Perimed (Швеция). Регистрируемый сигнал характеризовал кровоток в микрососудах в объеме 1-1,5 мм³ ткани. Измерения проводили в 14 точках: на лбу, животе, спине (между лопатками), на внутренней и внешней стороне кистей рук, передней и задней поверхности голени (середина икроножной мышцы) и стопе. Кровоснабжение выражали в миллилитрах в минуту на 100 г ткани (мл/мин/100 г). Транскутанное парциальное давление кислорода (pO₂) измеряли с помощью монитора TCM-400 фирмы Radiometer (Дания). Чрескожное определение парциального напряжения кислорода осуществляли с помощью мембранного закрытого электрода типа «Кларка», снабженного подогревающим устройством, позволяющим создавать локальную гипертермию (до 44 °С) и гиперемиию. Результаты оценки транскутанного напряжения кислорода (tc pO₂) выражали в mmHg. Измерения проводили на коже лба. Измерение температуры кожи осуществляли с помощью прибора COSMOMED SKIN-O-MATE. Статистическую обработку данных проводили с помощью параметрических методов статистики. Достоверность различий между сравниваемыми средними величинами производили с помощью t-критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У юношей, занимающихся сложнокоординационными видами спорта (табл. 1), установлена наиболее низкая средняя температура кожи – 29,9±0,18 против 30,6±0,19 °С в циклических и 30,8±0,13 °С в игровых видах (p<0,01). При этом у них отмечается снижение микроциркуляции кожи – 1,79±0,17 против 2,22±0,14 мл/мин в циклических и 2,47±0,29 мл/мин в игровых видах (p<0,05).

Таблица 1 – Особенности микроциркуляции кожи у спортсменов юношей при разной направленности физических нагрузок

Виды спорта	n	Температура (°С)	Микроциркуляция (мл/мин)	Tc pO ₂ (mmHg)
1. Циклические	40	30,6±0,19 **	2,22±0,14 **	38,6±2,2
2. Сложно-координационные	17	29,9±0,18 **	1,79±0,17 **	37,5±2,18 *
3. Игровые	35	30,8±0,13 **	2,47±0,29 **	29,7±1,7 **
Контроль	16	31,7±0,07	3,57±0,24	43,2±1,8
P1-2		<0,01	<0,05	>0,05
P1-3		>0,05	>0,05	<0,01
P2-3		<0,01	<0,05	<0,01

Отличия с контрольной группой статистически достоверны:

* – $p < 0,05$;

** – $p < 0,01$.

У представителей игровых видов спорта установлено самое низкое парциальное давление кислорода при транскутанном определении в микроциркуляторном русле кожи – $29,7 \pm 1,7$ против $38,6 \pm 2,2$ mmHg в циклических и $37,5 \pm 2,18$ mmHg в сложнокоординационных видах ($p < 0,01$).

Как видно на представленной диаграмме (рис. 1), наиболее выраженное снижение микроциркуляции кожи (микроциркуляция и температура) установлено у представителей сложнокоординационных видов спорта. При этом в игровых видах спорта наиболее выражено снижение $T_c pO_2$.



Рис. 1. Влияние направленности тренировочных нагрузок.

У девушек спортсменок, представительниц сложнокоординационных видов спорта установлено наиболее выраженное снижение всех показателей, отражающих уровень микроциркуляции кожи (табл. 2, рис. 2).

У них отмечается статистически значимое снижение средней температуры кожи – $28,9 \pm 0,1$ против $31,65 \pm 0,21$ °C в циклических видах ($p < 0,01$); снижение микроциркуляции – $0,96 \pm 0,08$ против $3,2 \pm 0,4$ в циклических и $1,21 \pm 0,13$ мл/мин в игровых видах ($p < 0,01$); снижение $T_c pO_2$ – $23,4 \pm 2,9$ против $40,0 \pm 4,1$ mmHg в циклических видах ($p < 0,01$).

Таблица 2 – Особенности микроциркуляции кожи у спортсменок девушек при разной направленности физических нагрузок

Виды спорта	n	Температура (°C)	Микроциркуляция (мл/мин)	$T_c pO_2$ (mmHg)
1. Циклические	8	$31,65 \pm 0,21^{**}$	$3,2 \pm 0,4$	$40,0 \pm 4,1$

2. Сложно-координационные	22	28,9±0,1 **	0,96±0,08 **	23,4±2,9 **
3. Игровые	9	29,6±0,36 **	1,21±0,13 **	32,2±6,4
Контроль	14	32,6±0,2	3,34±0,25	36,9±2,6
P1-2		<0,01	<0,01	<0,01
P1-3		<0,01	<0,01	>0,05
P2-3		>0,05	<0,01	>0,05

Отличия с контрольной группой статистически достоверны:

* – $p < 0,05$;

** – $p < 0,01$.

У представительниц игровых видов спорта нарушения менее выражены, а $T_c pO_2$ не имеет статистически значимых отличий от представительниц сложнокоординационных видов и контрольной группы.

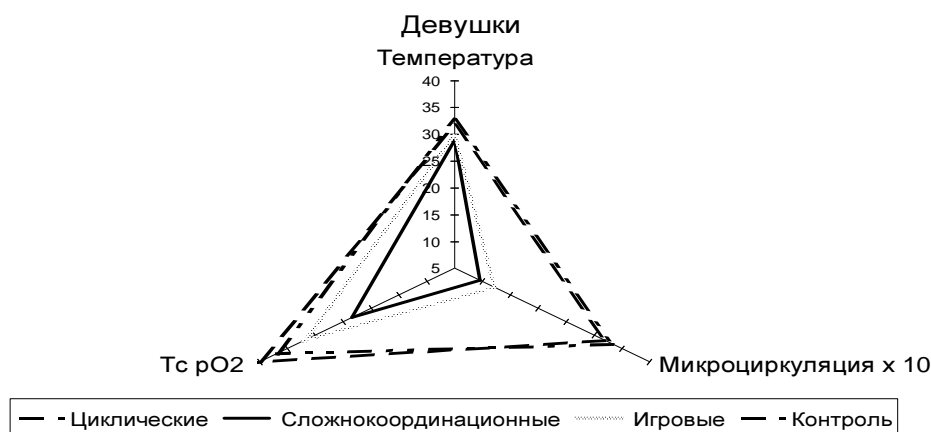


Рис. 2. Влияние направленности тренировочных нагрузок.

Как видно из диаграммы (рис. 2), у представительниц сложнокоординационных и игровых видов спорта снижение температуры, микроциркуляции и $T_c pO_2$ более выражены, чем в циклических видах спорта.

При сравнительном анализе влияния направленности тренировочных нагрузок на микроциркуляцию кожи установлено, что в сложнокоординационных видах спорта как у спортсменов, так и у спортсменок установлено снижение температуры кожи и ее микроциркуляции, при этом у спортсменок отмечается снижение парциального давления кислорода в микроциркуляторном русле кожи. Установленные особенности могут быть связаны не только с иным характером тренировочных нагрузок, но и со спецификой отбора, когда предпочтение отдается девочкам астенического телосложения с высокой подвижностью в суставах (признаки СТД).

В игровых видах спорта у юношей отмечается снижение $T_c pO_2$, а у девушек снижение температуры и микроциркуляции, менее выраженное чем в сложнокоординационных видах.

В циклических видах спорта у юношей происходит снижение микроциркуляции, а у девушек изменения микроциркуляторного русла не установлены.

Список литературы

1. Адырхаев А.А., Адырхаева Д.А. Влияние регулярных занятий спортом на качество микрогемодинамики и ее частные характеристики у студентов неспортивных специальностей // Материалы IV Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых «Актуальные вопросы спортивной медицины, лечебной физической культуры, физиотерапии и курортологии». – М., 2005. – № 3 (16). – С. 9.
2. Бобылева О.В., Глазачев О.С. Особенности микроциркуляции у практически здоровых людей при острой гипоксии и в курсе интервальной гипоксической тренировки // Физиология человека. – 2007. – С. 92-99.
3. Кирилюк И.А., Рассказов Н.И., Ерина И.А. Кожная микроциркуляция у больных экземой // Матер. Междунар. науч. конф. «Гемореология и микроциркуляция». – Ярославль, 2005. – С. 164.
4. Макарова Г.А. Спортивная медицина : учебник. – М. : Советский спорт, 2003. – 480 с.
5. Михалюк Е.Л., Сыволап В.В., Ткалич И.В. Критерии диагностики метаболической кардиомиопатии физического перенапряжения у спортсменов высокого класса // Журнал Росс. ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных инвалидов. – 2008. – № 4 (27). – С. 35.
6. Орел Л.В., Амнуэль Л.Ю., Головина Л.Л., Щесюль А.Г. Модельные оценки адаптационных изменений сосудистой нагрузки и сократимости сердца у спортсменов при мышечной работе // Материалы Междунар. науч. конф. по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений // Журнал Росс. ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных инвалидов. – 2008. – № 4 (27). – С. 44.
7. Селезнев С.А., Петрищев Н.Н. Основные исторические этапы научной разработки проблемы микроциркуляции // Патофизиология микроциркуляции и гемостаза / под ред. проф. Н.Н. Петрищева. – СПб. : Издательство СПбГМУ, 1998. – С. 16-20.

8. Танканаг А.В., Чемерис Н.К. Применение вейвлет-преобразования для анализа лазерных доплеровских флуограмм // Четвертый Всероссийский симпозиум «Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике». – Пущино, 2002. – С. 28-39.

9. Тимофеев Г.А., Деев А.И., Мухтарова С.Э. Водный баланс и механические свойства кожи. Методы их оценки // Сырье и упаковка. – 2004. – № 10 (49). – С. 29-31.

10. Stücker M., Struk A., Altmeyer P. et al. The cutaneous uptake of atmospheric oxygen contributes significantly to the oxygen supply of human dermis and epidermis // J. Physiol. – 2002. – Vol. 538, Pt. 3. – P. 985-994.

Рецензенты:

Назаров П.Г., д.м.н., профессор, руководитель лаборатории общей иммунологии отдела иммунологии Учреждения Академии медицинских наук Научно-исследовательского института экспериментальной медицины СЗО РАМН., г. Санкт-Петербург.

Скопичев В.Г., д.б.н., профессор, зав. кафедрой физиологии Санкт-Петербургской государственной академии ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург.