

© Коллектив авторов, 2007

И.Г. Михеева, Е.А. Ефимцева, О.В. Михеев, А.Ю. Кругляков, Т.Г. Верещагина

ОСОБЕННОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ БУЛЬБАРНОЙ КОНЬЮНКТИВЫ У ЗДОРОВЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ

ГОУ ВПО Российский государственный медицинский университет Росздрава;
Измайловская детская городская клиническая больница, Москва

С помощью биомикроскопии бульбарной конъюнктивы у 20 практически здоровых новорожденных детей в возрасте 4–5 суток и 21–28 дней жизни с использованием современных технологий изучены закономерности функционирования микрососудов и разработаны нормативные показатели структурно-функциональных характеристик микроциркуляторного русла. В ранний неонатальный период выявлены увеличение числа функционирующих микрососудов, повышение их извитости и артерио-венозного соотношения. К месячному возрасту отмечается тенденция к увеличению количества капилляров, нарастает неравномерность калибра вен, снижается артерио-венозное соотношение. Функциональные изменения микрососудов связаны с компенсаторными механизмами в родах и в период ранней адаптации к внеутробной жизни, с ростом сосудов и созреванием системы регуляции микроциркуляторного русла.

Biomicroscopy of bulbar conjunctive with usage of modern technologies performed in 20 practically healthy neonates in 4–5 and 21–28 days of life, assisted to study patterns of microvascular

functions and to establish normal structural and functional parameters of microcirculation. Early neonatal period was characterized by increasing number of functioning capillari, increased capillary crimp and increased arterio-venous ratio. Tendency to increasing of capillaru number, to increased unevenness of vein caliber, to decreased arterio-venous ratio occurred in the end of first month of life. Functional changes in vessels are due to compensatory mechanisms in labor and in period of early adaptation to extrauterine life, to vessels growth and to maturity of microcirculation regulatory system.

Изучение состояния микроциркуляторного русла является актуальным в клинической практике. Благодаря техническим достижениям, связанным с внедрением современных мегапиксельных видеокамер и компьютерных технологий по обработке видеоизображения, стали возможны прижизненные исследования микроциркуляции бульбарной конъюнктивы (БК) у новорожденных детей. К микроциркуляторному руслу относятся сосуды диаметром до 200 мкм. Среди них выделяют капилляры, пре- и посткапилляры, артериолы, венулы, сосуды более крупного калибра. До сих пор остаются неизученными особенности микрососудов и не разработаны нормативные показатели структурно-функциональных характеристик микроциркуляторного русла у новорожденных детей. Такие исследования позволят изучить закономерности функционирования микрососудов и понять патогенез микроциркуляторных нарушений кровотока при различных патологических состояниях периода новорожденности.

Цель исследования — изучить закономерности функционирования микрососудов и разработать нормативные показатели структурно-функциональных характеристик микроциркуляторного русла у новорожденных детей.

Материалы и методы исследования

Нами обследовано 20 практически здоровых новорожденных детей (9 девочек и 11 мальчиков) в возрасте 4–5 суток и 21–28 дней жизни. Средний возраст их матерей составил $28,4 \pm 1,1$ лет. Беременность у них протекала физиологически. Только у 3 матерей отмечался легкий токсикоз I половины беременности. Две матери переболели ОРВИ без повышения температуры в I триместре, у двух — отмечалась легкая анемия в I триместре. Все новорожденные этой группы родились через естественные родовые пути, роды протекали физиологически. Оценка по шкале Апгар при рождении у всех детей составила 8 баллов, через 5 мин — 9 баллов. Средняя масса тела при рождении составила $3428,5 \pm 78$ г, средняя длина тела при рождении — $51,5 \pm 0,4$ см. В месячном возрасте средняя прибавка массы тела составила 855 ± 253 г. Все обследованные новорожденные находились на естественном вскармливании. На момент исследования все дети были клинически здоровы.

Для изучения микроциркуляции у новорожденных детей использовали метод прижизненной бульбарной

биомикроскопии и морфометрическую обработку полученного изображения. Изображения БК регистрировали с помощью комплексного оборудования, состоявшего из мегапиксельной телевизионной камеры VAC 135, соединенной с ноутбуком через интерфейс USB 2.0. Использовали видеокамеру с усиленной оптической системой и высокими разрешающими способностями [1, 2]. Использование программ для хранения и обработки отснятых снимков, воспроизводимости базы данных позволили наблюдать за больными в динамике. Преимуществами метода являются надежность и безопасность, так как оборудование не подключается к сети напряжения. Это особенно важно при работе с детьми. Мобильность оборудования позволяет проводить исследования в любом положении тела обследуемого и не требует предварительной подготовки новорожденного, фиксации его головы. Применяемые нами современные технологии позволили сократить процедуру обследования у постели ребенка до 1–3 мин, что обеспечивает минимальное вмешательство в процесс выхаживания новорожденных детей.

Видеосъемку БК новорожденного ребенка проводили в области наружного угла правого глаза, за 1–3 мин получали от 300 до 500 снимков. Эти снимки визуализировали на экране монитора и фиксировали в компьютере в папке обследованного ребенка с помощью программы для ЭВМ на базе MATLAB R2006a [3]. Из отснятых кадров для морфометрической обработки изображения микроциркуляторного русла БК отбирали 5–6 наиболее качественных снимков с хорошей контрастностью и четкостью изображения, что позволило оценить состояние микроциркуляции у каждого новорожденного с высокой степенью точности.

Количественную оценку микрососудистых характеристик проводили с помощью пакета компьютерных программ для математической обработки фото- и видеоизображений (CONJUNCTIVA-2, IZVITO, CALIBRA, STAT1_CAPILLARIES на базе MATLAB R2006a).

Результаты и их обсуждение

После компьютерной обработки мы получили ряд морфометрических характеристик микроциркуляторного русла БК. Они позволили сделать заключение о состоянии сосудов артериолярного, капиллярного и венулярного звеньев микроциркуляции с помощью следующих показателей.

Для оценки сосудов разного калибра мы определяли коэффициенты (К) процентного соотношения удельной линейной длины микрососудов разного калибра в единице площади изображения к сумме удельной линейной длины всех микрососудов в этой же площади

изображения (К1–2, К3–4, К5–6, К7–8, К9–10, К11–12, К13–14, К15–16) соответствующих сосудов диаметром от 1 до 2 пикселей (включительно), более 2 до 4, более 4 до 6, более 6 до 8, далее аналогично, включая более 8 до 16 пикселей. С помощью специальной сетки с делениями определяли масштабный коэффициент для перевода пикселей в микрометры. Для нашей видеокамеры он составил 5,34 мкм. По данным литературы, самые мелкие сосуды, доступные визуализации при использовании нашей видеокамеры, диаметром от 1 до 2 пикселей (5,34–10,68 мкм) наиболее соответствует диаметру капилляров [4–11]. Сосуды диаметром более 2 до 4 пикселей, т. е. 10,69–21,36 мкм, характеризуют в большей степени прекапилляры, посткапилляры и артериолы, а сосуды калибром более 4 до 6 пикселей, т. е. 21,37–32,04 мкм, наиболее характерны для веноулярного звена микрососудистого русла. Для интерпретации сосудов более 6 до 8 пикселей (32,05–42,72 мкм) в литературе имеются разногласия в оценке результатов анатомических и прижизненных исследований. Так, одни авторы [4, 5, 8] относят эти сосуды к артериолам и венулам 2-го порядка, а другие [9, 10] считают их артериями и венами 1-го порядка. В наших исследованиях мы придерживались рекомендации Н.И. Волосок [5, 8], так как она занимается изучением микроциркуляции методом прижизненной биомикроскопии сосудов БК. К микроциркуляторному руслу относят также сосуды — более крупного калибра более 8 до 16 пикселей (42,8–85,44 мкм).

У здоровых детей 4–5 дней жизни больше половины сосудов БК (51,6%) представлены микрососудами диаметром 5,3–10,7 мкм, что соответствует диаметру капилляров (см. рисунок). Следующие по частоте — сосуды диаметром 10,8–21,4 мкм (21,6%), характерные для пре-, посткапилляров и артериол 1-го порядка. Венулы 1-го порядка диаметром 21,5–32,0 мкм составили 16,6%. На более крупные сосуды микроциркуляторного русла у новорожденных 4–5 дней жизни приходится 10,2% от их общего числа, из них артериол и венул 2-го порядка — 6,5%, более крупных сосудов — 3,7%.

При анализе этих показателей у детей 3–4 недельного возраста сохраняется подобная законо-

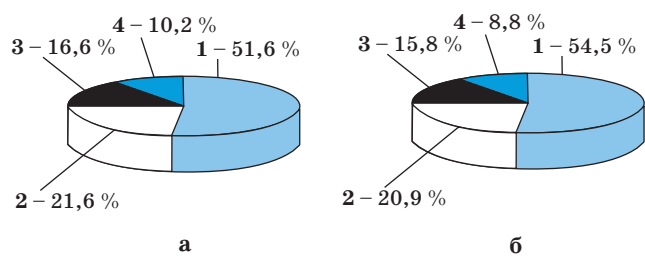


Рисунок. Процентное соотношение длины сосудов разного калибра в единице площади изображения БК у здоровых новорожденных детей 4–5 дней (а) и 21–28 дней жизни (б).

1 — К. 1–2 (d=5,3–10,7 мкм); 2 — К. 3–4 (d=10,8–21,4 мкм); 3 — К. 5–6 (d=21,5–32,0 мкм); 4 — К.К 7–15 (d=32,1–85,4 мкм).

мерность. Достоверных отличий процентного соотношения длины микрососудов разного калибра по сравнению с детьми 4–5 дней жизни выявлено не было. Но отмечается тенденция к нарастанию количества капилляров до 54,5% к месячному возрасту, что отражает общую закономерность их роста с возрастом [9]. За счет увеличения процента капилляров отмечается незначительное относительное снижение длины более крупных сосудов к 3–4 недельному возрасту (см. рисунок).

Одним из важных показателей микроциркуляции, отражающих интенсивность кровообращения, является коэффициент относительной плотности микрососудов в единице изображения (Кпл). У здоровых новорожденных детей 4–5 дней жизни этот показатель составил $0,263 \pm 0,012$ и был достоверно выше ($p=0,01$) значений у детей 3–4-недельного возраста — $0,222 \pm 0,009$ (см. таблицу).

Таблица

Показатели микроциркуляции БК у здоровых новорожденных детей

Коэффициенты микроциркуляции	4–5-й дни жизни	21–28-й дни жизни	p
Кпл	$0,263 \pm 0,012$	$0,222 \pm 0,009$	0,01
АВК	$0,756 \pm 0,009$	$0,703 \pm 0,015$	0,006
Кнка	$0,087 \pm 0,004$	$0,090 \pm 0,005$	0,39
Кнкв	$0,072 \pm 0,004$	$0,088 \pm 0,006$	0,027
КИ	$0,873 \pm 0,006$	$0,903 \pm 0,007$	0,002

Высокая плотность сосудов БК у детей 4–5 дней жизни обусловлена увеличением микрососудов в периоде ранней адаптации к внеутробной жизни, что, видимо, связано с вовлечением в кровоток нефункционирующих капилляров. По-видимому, это компенсаторная реакция на физиологическую гипоксию в родах, которая приводит к перестройке практически всех функциональных систем организма новорожденного, в том числе дыхательной и сердечно-сосудистой, включая микроциркуляторное русло.

Важными в оценке микроциркуляторного русла являются также показатели микроциркуляции, отражающие состояние тонуса микрососудов. Один из них — артерио-венозный коэффициент (АВК) — соотношение диаметров идущих параллельно артерий и вен. Этот показатель в возрасте 4–5 дней жизни составил $0,756 \pm 0,009$ (см. таблицу). К 21–28-му дню жизни он достоверно ($p=0,006$) снизился до $0,703 \pm 0,015$. Снижение АВК к концу первого месяца жизни, видимо, связано с неравномерным увеличением диаметра артерий и вен с возрастом за счет опережающего роста просвета вен, что отражает общие закономерности развития микрососудистого русла и согласуется с результатами анатомических исследований и биомикроскопии БК детей старше месяца жизни [9, 10].

Выявлена незначительная тенденция к нарастанию неравномерности калибра артерий к месячному возрасту. Так, К_{нка} (отношения среднего отклонения от среднего калибра артерии к ее среднему калибру) на 4–5-й день жизни составил $0,087 \pm 0,004$, а в возрасте 3–4 недель увеличился до $0,090 \pm 0,005$. Выявлено достоверное ($p=0,027$) нарастание К_{нкв} (отношения среднего отклонения от среднего калибра вены к ее среднему калибру) к концу неонатального периода. На 4–5-й день жизни он составил $0,072 \pm 0,04$, а к концу 1-го месяца жизни — $0,088 \pm 0,006$.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о более выраженных изменениях неравномерности калибра вен и в меньшей степени артерий у детей первого месяца жизни. Эти изменения связаны с анатомическими особенностями строения стенки вен (менее развитыми мышечным и субэндотелиальным слоями), что снижает ее миогенную активность по сравнению с артериями.

Коэффициент извитости сосудов (КИ) — отношение средней линии, проведенной через нулевые значения периодов извитого сосуда, к его реальной длине [6]. В возрасте 4–5 суток он составил

$0,873 \pm 0,006$. К концу неонатального периода отмечено достоверное повышение коэффициента извитости до $0,903 \pm 0,007$ ($p=0,002$), т. е. извитость микрососудов снизилась. Повышенную извитость сосудов БК у здоровых новорожденных детей 4–5 дней жизни можно расценить как компенсаторную реакцию микроциркуляторного русла на физиологическую гипоксию во время родов и переход на легочное дыхание после рождения.

Заключение

Таким образом, у здоровых новорожденных детей период ранней адаптации к внеутробной жизни сопровождается следующими компенсаторными механизмами микроциркуляторного русла: увеличение числа функционирующих микрососудов, повышение их извитости и артерио-венозного соотношения. К месячному возрасту отмечается тенденция к увеличению количества капилляров, нарастает неравномерность калибра вен, снижается артерио-венозное соотношение, что отражает функциональные изменения, связанные с ростом и созреванием системы регуляции микроциркуляторного русла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Константинов О.Г., Павло А.Н., Обыденкова Т.Н., Усов В.В. Способ оценки состояния пациента и устройство для осуществления способа. Заявка на патент №2006107172 приоритет от 7.03.06.
2. Константинов О.Г., Павло А.Н., Обыденкова Т.Н., Усов В.В. Устройство для конъюнктивальной биомикроскопии. Заявка на патент № 200610036/22, ПМ. № 58020 (опубл. 10.11.06).
3. Михеев О.В., Константинов О.Г. Программа для ЭВМ «Регистрация изображения конъюнктивы (EyeCap)». Свидетельство № 2007622322 (опубл. 27.03.07).
4. Бабенко М.Б. Особенности микроциркуляции и реологии крови при пиелонефрите у детей: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Алма-Ата, 1992.
5. Волосок Н.И., Александров О.В., Тихомиров А.Н., Семенова Т.И. Вопросы морфометрического анализа и элементы моделирования процессов в системе микроциркуляции. Труды 2-го МОЛГМИ им. Пирогова. Под ред. Куприянова В.В., Караганова Я.Л. М., 1978: 97–111.
6. Волосок Н.И. Морфологические критерии оценки состояния микроциркуляторного русла конъюнктивы глазного яблока и их диагностическое значение: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 1980.
7. Волосок Н.И., Смирнова Г.И. Состояние микроциркуляции при ожирении у детей (по данным конъюнктивальной биомикроскопии). Педиатрия. 1982; 9: 48–50.
8. Волосок Н.И., Степанова Н.А., Малкоч А.В., Коломиец И.Ю. Биомикроскопия конъюнктивы в оценке состояния микроциркуляции при гломерулонефрите у детей. Нефрология и диализ. 1999; 1 (1): 47–51.
9. Орлов В.М., Мерперт Е.П. Микроциркуляторное русло конъюнктивы глазного яблока у плодов 3–9 месяцев. Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. 1983; 84 (5): 36–41.
10. Осколкова М.К. Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей. М.: Медицина, 1988.
11. Чемезов С.В. Микроциркуляторное русло головного мозга и бульбарной конъюнктивы при нарушениях венозного кровообращения. Морфология. 1995; 108 (2): 32–34.