

Морфометрическая характеристика микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы у здоровых детей первого года жизни

И.Г.Михеева¹, Е.В.Кайтукова¹, А.Ю.Кругляков², Т.Г.Верещагина¹, Е.А.Ефимцева¹

¹Российский государственный медицинский университет им. Н.И.Пирогова, кафедра пропедевтики детских болезней, Москва

(зав. кафедрой – к.м.н. А.Б.Моисеев);

²Измайловская детская городская клиническая больница, Москва

(главный врач – А.П.Жарков)

Статья посвящена изучению возрастных особенностей микроциркуляторного русла у здоровых детей первого года жизни методом биомикроскопии бульбарной конъюнктивы. Работа обобщает опыт практического применения и демонстрирует диагностические возможности современного оборудования для обработки показателей микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы у новорожденных и детей грудного возраста. Полученные характеристики микрососудов здоровых детей грудного возраста могут служить нормативными показателями при изучении микроциркуляции бульбарной конъюнктивы при различных патологических состояниях у детей первого года жизни.

Ключевые слова: биомикроскопия бульбарной конъюнктивы, здоровые новорожденные и дети первого года жизни, нормативные показатели микроциркуляторного русла

Morphometric characteristics of bulbar conjunctiva microcirculatory channel in healthy children of the first year of life

I.G.Mikheeva¹, E.V.Kaytukova¹, A.Yu.Kruglyakov², T.G.Vereschagina¹, E.A.Efimtseva¹

¹N.I.Pirogov Russian State Medical University, Department of Propaedeutics of Children's Diseases, Moscow

(Head of the Department – PhD A.I.Moiseev);

²Izmaylovsky Children's Municipal Clinical Hospital, Moscow

The article is devoted to studying of age features of microcirculation in healthy children of the first year of life by a biomicroscopy method of bulbar conjunctiva. This work summarizes the experience of practical application and demonstrates the diagnostic capabilities of modern equipment for processing parameters of microcirculation of bulbar conjunctiva in newborns and infants. Obtained characteristics of microvessels of healthy infants may serve as the regulatory indicators in the study of microcirculation in the bulbar conjunctiva in various pathological conditions in children of the first year of life.

Key words: biomicroscopy of bulbar conjunctiva microcirculation, healthy newborns and infants, standard indicators of microcirculation

Известно, что изменения в микроциркуляторном русле происходят раньше, чем возникают клинические симптомы патологического процесса. Одним из эффективных методов динамического наблюдения за этими изменениями является прижизненная микроскопия бульбарной конъюнктивы. Особое терминальное ветвление микрососудов конъюнктивы позволяет оценить состояние микроциркуляторной системы в целом [1].

Для корреспонденции:

Михеева Инна Григорьевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры пропедевтики детских болезней Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова

Адрес: 105077, Москва, ул. 13-я Парковая, 15

Телефон: (495) 465-5916

E-mail: inna_mikheeva@rambler.ru

Статья поступила 19.01.2011 г., принята к печати 27.04.2011 г.

Существовавшие до последнего десятилетия методы исследования бульбарной конъюнктивы имели низкую информативность, трудоемкость выполнения, сложность интерпретации результатов. Благодаря развитию компьютерных технологий стало возможным продвижение современных методов исследования микроциркуляции в клиническую практику [2]. Появление видеокамер нового поколения позволило использовать биомикроскопию бульбарной конъюнктивы для оценки состояния микроциркуляторного русла у детей различных возрастных групп, в том числе у новорожденных и детей первого года жизни.

Однако нормативы структурно-функциональных характеристик микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы у здоровых детей первого года жизни до сих пор не разработаны.

Цель исследования – изучить показатели морфометрических характеристик микроциркуляторного русла, получаемых методом биомикроскопии бульбарной конъюнктивы, у здоровых детей первого года жизни.

Пациенты и методы

Нами обследованы 60 здоровых детей, из них 20 новорожденных и 40 детей грудного возраста (17 первого и 23 второго полугодий жизни). На момент исследования все дети были клинически здоровы.

Новорожденные дети были обследованы дважды: в возрасте 4–5 сут и 21–28 дней жизни. Средний возраст их матерей составил $28,4 \pm 1,1$ года, у трех отмечался легкий токсикоз I половины беременности, у двух – легкая анемия в I триместре, две матери перенесли в I триместре ОРВИ без повышения температуры. 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 пять минут – 9 баллов. Средняя масса тела при рождении составила $3428,5 \pm 78,0$ 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.

Средний возраст матерей детей грудного возраста составил $25,5 \pm 1,1$ года. Беременность у них протекала физиологически, роды также были физиологическими и своевременными. Оценка по шкале Апгар при рождении детей и через пять минут составила 8–9 баллов. Средняя масса тела при рождении составила 3350 ± 52 г, средняя длина тела – $51,5 \pm 0,5$ см. Неонатальный период у всех детей протекал физиологично. Средняя прибавка массы тела за первый месяц составила 825 ± 152 г. На естественном вскармливании находились 12 детей, на искусственном – 28. Прикорм у всех детей вводился своевременно, вакцинация проводилась в соответствии с Национальным календарем прививок, принятым в РФ.

Для изучения микроциркуляции был использован метод биомикроскопии бульбарной конъюнктивы (БМБК) с дальнейшей морфометрической обработкой изображений микроциркуляторного русла. Изображения бульбарной конъюнктивы регистрировались с помощью комплексного оборудования, состоявшего из мегапиксельной видеокамеры VAC 135 с усиленной оптической системой, соединенной через интерфейс USB 2.0 с ноутбуком. Видео съемка бульбарной конъюнктивы проводилась в области наружного угла правого глаза. Получали до 70 снимков, которые визуализировались на экране монитора и фиксировались в компьютере с помощью программы EyeCap для ЭВМ на базе MATLAB R2006a в папке обследованного ребенка. Из снятых ка-

дров для морфометрической обработки отбирались 5–6 наиболее качественных снимков с хорошей контрастностью и четкостью изображения. Количественная оценка микрососудистых характеристик проводилась с помощью пакета компьютерных программ для математической обработки фото- и видеоизображений (CONJUNCTIVA-2, IZVITO, CALIBRA, STAT1_CAPILLARIES на базе MATLAB R2006 a) [2].

После компьютерной обработки мы получили ряд следующих морфометрических показателей микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы, позволяющих оценивать состояние сосудов артериолярного, капиллярного и веноулярного звеньев микроциркуляции:

- коэффициент относительной плотности сосудистого русла (КП) – соотношение общей площади микрососудов к общей площади изображения; площадь микрососудов вычислена по формуле: сумма произведений линейной длины микрососудов разного калибра на средний калибр этих сосудов;
- коэффициент неравномерности калибра артериол (КНКА) – отношение среднего отклонения от среднего калибра сосуда к его среднему калибру, коэффициент неравномерности калибра венул (КНKB) – отношение среднего отклонения от среднего калибра сосуда к его среднему калибру;
- артериоло-веноулярный коэффициент (АВК) – соотношение калибра идущих параллельно артериол и венул;
- коэффициент извитости сосудов (КИ) – отношение средней линии, проведенной через нулевые значения периодов извитого сосуда, к его реальной длине.

Для оценки сосудов разного калибра определяли процентное соотношение удельной линейной длины микрососудов разного калибра в единице площади изображения к сумме удельной линейной длины всех микрососудов в этой же площади изображения. Калибр микрососудов определяли в пикселях. Для нашей видеокамеры коэффициент пересчета пикселей в микрометры составил 5,34 (таблица).

Статистическая обработка данных выполнена методом вариационной статистики с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel», «Statistica 6.0».

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из показателей, отражающих интенсивность кровообращения, является плотность сосудистого русла (КП), т.е. число функционирующих сосудов в единице площади изображения. У здоровых взрослых число функционирующих сосудов конъюнктивы глазного яблока составляет, по данным разных авторов, от 25 до 50% от общего числа сосудов [1, 3, 4]. У здоровых новорожденных детей 4–5 дней жизни коэффициент плотности микрососудов (рис. 1) достоверно выше ($p = 0,01$) значений у детей 3–4-недельного

Таблица. Распределение микрососудов бульбарной конъюнктивы в зависимости от их диаметра (в пикселях и микрометрах)

Показатель	Диаметр микрососудов		Микрососуды
	пиксели	микрометры	
К 1–2	От 1 до 2 включительно	5,34–10,68	Капилляры
К 2–4	Более 2 до 4	10,69–21,36	Прекапилляры, посткапилляры, артериолы 1-го порядка
К 4–6	Более 4 до 6	21,37–32,04	Венулы 1-го порядка
К 6–16	Более 6 до 8	32,05–42,72	Артериолы и венулы 2-го порядка
	Более 8 до 16	42,73–85,44	Более крупные сосуды

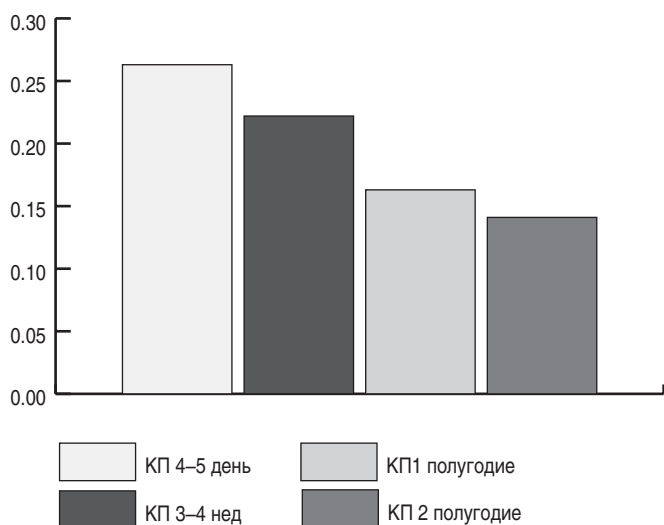


Рис. 1. Динамика коэффициента плотности микрососудов бульбарной конъюнктивы у здоровых детей первого года жизни.

возраста, что связано с вовлечением в кровоток ранее не функционировавших капилляров и увеличением количества микрососудов в периоде ранней адаптации новорожденного ребенка к внеутробной жизни. Высокий уровень адаптационных процессов позволяет микроциркуляторному руслу адекватно реагировать на изменение метаболических потребностей.

У детей первого полугодия КП достоверно ($0,163 \pm 0,042$, $p = 0,01$) ниже значений новорожденных. Снижение количества функционирующих микрососудов у детей первого полугодия жизни по сравнению с новорожденными связано с уменьшением плотности капиллярных сетей за счет редукции части капилляров [5]. У детей второго полугодия КП имеет тенденцию ($p = 0,06$) к дальнейшему снижению ($0,141 \pm 0,044$), что, вероятно, связано со снижением метаболизма в конъюнктиве глазного яблока с возрастом [6].

На фоне снижения плотности микрососудистого русла отмечается перераспределение микрососудов. У здоровых детей 4–5 дней жизни больше половины сосудов бульбарной конъюнктивы представлено микрососудами диаметром 5,3–10,7 мкм (К 1–2), что соответствует диаметру капилляров (рис. 2). Следующие по количеству сосуды представлены прекапиллярами и посткапиллярами, а также артериолами 1-го порядка (К 2–4). За ними следуют емкостные сосуды – венулы 1-го порядка (К 4–6), которые составляют 16,6%. На крупные сосуды микроциркуляторного русла у новорожденных 4–5 дней жизни приходится 10,2%, 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 достоверных отличий процентного соотношения длины микрососудов разного калибра по сравнению с детьми 4–5 дней жизни не выявлено.

В первом полугодии относительное количество капилляров (К 1–2), по сравнению с показателями новорожденных детей, снизилось ($p < 0,05$). Во втором полугодии, по сравнению с первым, отмечается статистически значимое повышение К 1–2 ($p < 0,001$). Значительное уменьшение процентного соотношения капилляров у грудных детей, по сравнению с новорожденными, вероятно, связано с физиологической редукцией капилляров в постнатальном периоде [5].

Количество резистивных сосудов (К 2–4: пре-, посткапилляры, артериолы 1-го порядка), регулирующих поступление крови в капилляры, в первом полугодии жизни статистически значимо ($p = 0,01$) снижается, во втором же полугодии отмечается их увеличение до 25% ($p < 0,05$).

У здоровых детей первого полугодия, по сравнению с новорожденными, количество венул 1-го порядка (К 4–6) увеличивается вдвое. В течение второго полугодия жизни этот показатель статистически значимо не изменяется ($p = 0,2$). Преобладание венулярных сосудов обеспечивает замедление кровотока и депонирование определенной части крови, что необходимо для более полного транссосудистого обмена между кровью и растущими тканями.

На крупные сосуды (К 6–16) микроциркуляторного русла, которые в свою очередь формируют шунтирующие пути кровотока (магистральные артериоло-венулярные сообщения и артериовенозные анастомозы) у детей первого полугодия жизни, приходится 32%, из них артериол и венул 2-го порядка – 23%, более крупных сосудов – 9%. Во втором полугодии, по сравнению со значениями первого полугодия жизни, доля этих сосудов достоверно ($p < 0,05$) уменьшается до 13%. В результате большая часть крови, поступающей в микроциркуляторное русло, движется по меньшей части капилляров, что приводит к уменьшению количества функционирующих капилляров. Полученные нами данные можно объяснить особенностями становления микроциркуляторного русла и созреванием механизмов его регуляции.

Таким образом, динамика показателей процентного соотношения микрососудов бульбарной конъюнктивы у детей первого года жизни отражает общие закономерности развития гемомикроциркуляторного русла.

В постнатальном периоде онтогенеза продолжают процессы дифференцировки артериолярного звена микроциркуляторного русла параллельно дальнейшему развитию структурной организации и функциональной активности каждого органа. Стенки артериол приобретают сплошной мышечный слой, отмечается завершение процессов формирования эластических мембран. Продолжаются процессы структурной дифференцировки вену-

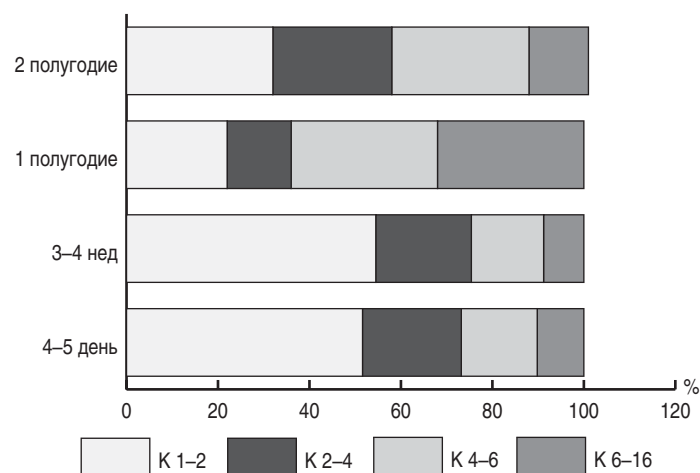


Рис. 2. Процентное распределение микрососудов бульбарной конъюнктивы в зависимости от их калибра у здоровых детей первого года жизни.

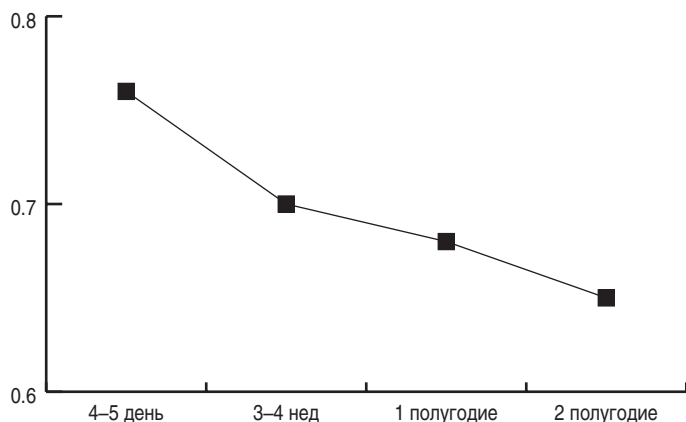


Рис. 3. Динамика показателя АВК микрососудов бульбарной конъюнктивы у детей первого года жизни (стандартные ошибки средних не превышали 14% от абсолютных средних значений).

лярных стенок, постепенно увеличивается диаметр венул и уменьшается просвет артериол. Это обеспечивает повышение давления в системе микроциркуляции, что необходимо для интенсификации обменных процессов. Постепенно формируется регуляторная функция артериоларного звена микроциркуляторного русла, определяющаяся степенью развития гладкомышечных клеток в сосудистой стенке. На микроциркуляторном уровне нервная регуляция кровообращения реализуется через симпатическую систему посредством ее воздействия на адренорецепторы артериол. Однако у детей первых шести месяцев жизни нейрогенные механизмы регуляции тонуса сосудов несовершенны вследствие недостаточной миелинизации нервных волокон.

Коэффициент извитости сосудов бульбарной конъюнктивы у здоровых новорожденных детей составил $0,87 \pm 0,05$. У детей первого полугодия жизни, в сравнении с новорожденными и детьми второго полугодия жизни, сосуды бульбарной конъюнктивы более извиты, так как КИ уменьшался до $0,84 \pm 0,06$, что, вероятно, связано с несовершенством миогенных и метаболических механизмов регуляции тонуса микрососудистой стенки. Во втором полугодии КИ достовер-

но ($p = 0,03$) увеличивается до $0,89 \pm 0,05$, следовательно, извитость микрососудов уменьшалась.

Важным в оценке микрососудистого русла является показатель, отражающий состояние тонуса микрососудов, — артериоло-венулярный коэффициент. В динамике артериоло-венулярный коэффициент (рис. 3) на первом году жизни достоверно ($p = 0,004$) снижается в первом полугодии и сохраняет тенденцию к снижению во втором полугодии жизни ($p = 0,1$).

Это связано с неравномерным увеличением диаметра артериол и венул за счет опережающего роста просвета последних, что отражает общие закономерности развития микрососудистого русла. Полученные данные согласуются с результатами анатомических исследований и биомикроскопии бульбарной конъюнктивы у детей старше месяца жизни [6–9].

Коэффициент неравномерности калибра артериол (КНКА) у новорожденных и детей первого полугодия жизни не имел статистически значимых ($p > 0,05$) отличий, и лишь во втором полугодии жизни этот показатель статистически значимо ($p < 0,001$) снижался до $0,06 \pm 0,003$ (рис. 4).

Аналогичные изменения прослеживаются и с коэффициентом неравномерности калибра венул (КНКВ). Полученные данные свидетельствуют о продолжающемся созревании стенки микрососудов и увеличении содержания гладкомышечных волокон в ней.

Заключение

Таким образом, в постнатальном периоде онтогенеза продолжают процессы структурной и функциональной дифференцировки звеньев микроциркуляторного русла в соответствии с возрастающими потребностями растущего организма. По мере роста ребенка становятся все более совершенными механизмы регуляции микроциркуляторного русла. Полученные нами морфометрические характеристики микрососудов здоровых детей первого года жизни могут служить нормативными показателями при изучении микроциркуляторного русла бульбарной конъюнктивы при различных патологических состояниях грудного возраста.

Исследование выполнено в рамках перспективного направления развития «Профилактика, диагностика и лечение врожденных и перинатальных заболеваний у детей» Национального исследовательского университета – РГМУ им. Н.И.Пирогова.

Литература

1. Волосок Н.И., Александров О.В., Тихомиров А.Н., Семенова Т.И. Микроциркуляторное русло бульбоконъюнктивы здоровых людей различного возраста и его морфометрическая оценка по данным витальной микроскопии. – В кн.: Вопросы морфометрического анализа и элементы моделирования процессов в системе микроциркуляции / Под ред. В.В.Куприянова, Я.Л.Караганова. – М., 1978. – С.97–111.
2. Михеев О.В., Константинов О.Г. Программа для ЭВМ «Регистрация изображения конъюнктивы (EyeCap)». – Свидетельство № 2007622322. – Оpubл. 27.03.2007.

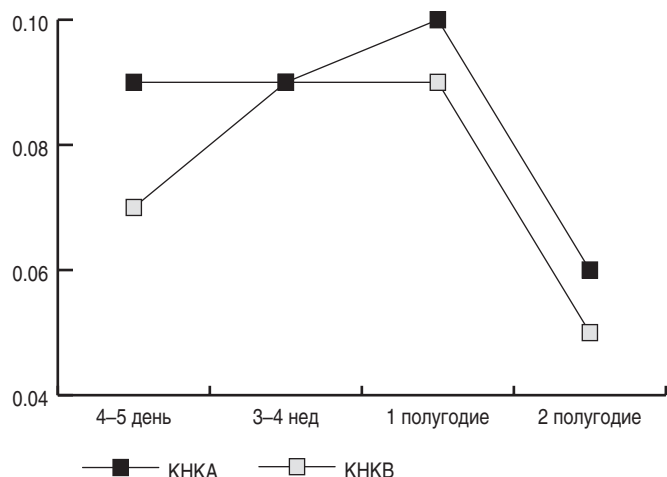


Рис. 4. Динамика показателей КНКА и КНКВ микрососудов бульбарной конъюнктивы у детей первого года жизни (стандартные ошибки средних не превышали 8% от абсолютных средних значений).

3. Бунин А.Я., Канцельсон А.А., Яковлев А.А. Микроциркуляция глаза. – М.: Медицина, 1984. – 176 с.
4. Козлов В.И., Азизов Г.А., Гурова О.А. Компьютерная TV-микроскопия сосудов конъюнктивы глазного яблока в оценке состояния микроциркуляции крови: Пособие для врачей. – М., 2004. – 29 с.
5. Бобрик И.И., Шевченко Е.А., Черкасов В.Г. Развитие кровеносных и лимфатических сосудов. – Киев, 1991. – С.5–14.
6. Орлов В.М., Мерперт Е.П. Микроциркуляторное русло конъюнктивы глазного яблока у плодов 3–9 месяцев // Арх. анат., гистол. и эмбриол. – 1983. – Т.84. – №5. – С.36–41.
7. Пикуза О.И. Иммунные и микроциркуляторные реакции у новорожденных детей при острых респираторных заболеваниях и пневмониях: Автореф. дис. ... д. м.н. – М., 1985. – 36 с.
8. Осколкова М.К. Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей. – М.: Медицина, 1988. – 341 с.
9. Кораблев А.В. Гемоциркуляторное русло: формирование в онтогенезе, патология при недоношенности: Автореф. дис. ... к.м.н. – М., 1994. – 23 с.

Информация об авторах:

Кайтукова Елена Владимировна, ассистент кафедры пропедевтики детских болезней Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 105077, Москва, ул. 13-я Парковая, 15
Телефон: (495) 465-5916
E-mail: sunrise_ok@mail.ru

Кругляков Андрей Юрьевич, соискатель степени кандидата медицинских наук кафедры пропедевтики детских болезней Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова, врач-педиатр Измайловской детской городской клинической больницы
Адрес: 105077, Москва, ул. 13-я Парковая, 15
Телефон: (495) 465-5916

Верещагина Татьяна Георгиевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики детских болезней Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 105077, Москва, ул. 13-я Парковая, 15
Телефон: (495) 465-5916

Ефимцева Елена Александровна, аспирантка кафедры пропедевтики детских болезней Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 105077, Москва, ул. 13-я Парковая, 15
Телефон: (495) 465-5916

ИЗ ЖИЗНИ УНИВЕРСИТЕТА

Учебники и монографии

Артамонов Р.Г. Основы клинической диагностики в педиатрии: Учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 128 с.

Учебное пособие посвящено вопросам методологии и методики диагностического процесса при детских болезнях. Описаны история присвоения названия болезням и основные этапы диагностического процесса. Приведен критический анализ существующих методик. Дан материал об оригинальном алгоритме логико-интуитивной диагностики и его использовании на примере некоторых детских болезней. Предназначено для студентов старших курсов медицинских вузов, интернов, ординаторов, врачей-неонатологов, педиатров и врачей смежных специальностей.

Запруднов А.М., Григорьев К.И. Педиатрия с детскими инфекциями. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 572 с.

Учебник подготовлен с учетом современных научных достижений медицинской науки и практики в организации лечебного процесса в детском стационаре и детской поликлинике. Представлены современные схемы лечения и профилактики наиболее распространенных соматических и инфекционных болезней, иммунопрофилактика, принципы оказания неотложной помощи. Особое внимание уделено вопросам неонатологии, роли медицинской сестры и фельдшера в лечении детей грудного возраста и уходе за ними. По наиболее важным разделам приводятся контрольные вопросы, задачи, диагностические и лечебные алгоритмы, иллюстрации. Учебник предназначен для учащихся медицинских училищ и колледжей.

Запруднов А.М., Григорьев К.И. Общий уход за детьми. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 416 с.

Четвертое издание учебного пособия дополнено главами «Иммунопрофилактика», «Основы сестринского дела в педиатрии», «Техника простейших физиотерапевтических процедур». Значительно расширено содержание глав по особенностям ухода за детьми с эндокринными заболеваниями, болезнями органов пищеварения, неотложными состояниями. Улучшен и дополнен иллюстративный материал. С учетом последних достижений педиатрии изложены вопросы ухода за детьми грудного возраста и воспитания детей раннего возраста. По наиболее важным разделам общего ухода за больными детьми приводятся ситуационные задачи. В приложениях представлен полный текст «Этического кодекса медицинской сестры РФ» и международного «Этического кодекса медицинских сестер». Учебное пособие предназначено для студентов медицинских вузов. Оно может быть полезно медицинским сестрам и врачам-педиатрам.