

© Коллектив авторов, 2009
УДК 611.13:611.61

М.А. Дгебуадзе¹, Д.Дж. Кордзаша², Д.Г. Гачечиладзе³ и З.А. Данелия⁴

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АРТЕРИАЛЬНЫХ СОСУДОВ РАЗЛИЧНЫХ СЕГМЕНТОВ ПОЧКИ ЧЕЛОВЕКА

¹ Департамент нормальной анатомии человека (руков. — академик АМН Грузии, проф. Р.Г. Хецуриани) Тбилисского государственного медицинского университета; ² отделение клинической патологии (зав. — проф. У.А. Габуня) Института морфологии им. А.Н. Натишвили; ³ отделение ультразвуковой диагностики (зав. — проф. А.К. Надарейшвили) и ⁴ отделение компьютерной томографии (зав. — канд. мед. наук Г.Б. Цивцадзе) Института медицинской радиологии АН Грузии, г. Тбилиси, e-mail: illusion_ia2001@yahoo.com

Исследованы артериальные сосуды 26 почек людей обоего пола в I периоде зрелого возраста. С помощью дуплекс-сканирования нижней передней и верхней сегментарных артерий в режиме цветовой энергетической доплерографии и многосрезовой компьютерно-томографической ангиографии проведено прижизненное исследование 20 почек. Методом сканирующей электронной микроскопии коррозионных препаратов сосудистого русла исследованы 6 почек, полученных на аутопсии. Установлено, что в почках с единственной почечной артерией нижний передний и верхний сегменты находятся в одинаковых условиях кровоснабжения — при сравнении количественных показателей гемодинамики этих сегментов почки статистически значимые различия не были выявлены; фактически не отличаются друг от друга ангиоархитектоника нижнего переднего и верхнего сегментов почки; в обоих сегментах приблизительно с одинаковой частотой отмечены первые признаки возрастной инволюции в виде появления единичных деформированных клубочков и некоторого разрежения капиллярной сети в мозговом веществе почки.

Ключевые слова: почечные артерии, почечные сегменты, сканирующая электронная микроскопия, ангиография, доплерография.

В настоящее время большинство исследователей признают сегментарное строение почек [3, 14]; при этом сегмент рассматривают как область кровоснабжения ветвями почечной артерии (ПА) [13]. Вопрос о возможности выделения сегментов в почке является дискуссионным из-за изменчивости числа и топографии ветвей ПА и наличия полей перекрытия [15]. По мнению некоторых авторов, при выделении в почке сегментов за основу следует брать паренхиму почки, а не участки кровоснабжения отдельных ветвей ПА [8]. В отмеченных работах, а также во многих других исследованиях подобного рода, можно найти сведения о количестве и источниках происхождения сегментарных артерий, об их расположении в воротах и синусе почки, о характере разветвления сегментарных и субсегментарных артерий. Накопленный в литературе большой фактический материал о сегментарном строении почки в основном получен с помощью анатомического препарирования, коррозионными и рентгенологическими методами исследования; их необходимо дополнить данными, полученными с помощью современных методов исследования.

В настоящее время для изучения сосудов почки в норме успешно применяется многосрезовая компьютерно-томографическая (МСКТ) ангиография [10, 12, 17] и дуплекс-сканирование почечных сосудов (ПС) в режиме цветовой энергетической

доплерографии [7, 16]. Разграничение нормы или вариантов нормы строения ПС от патологии сосудов с помощью МСКТ-ангиографии имеет решающее значение при выполнении различного вида и объема сегментарных резекций почки, особенно при проведении лапароскопических нефрэктомий [1, 17]. Эти данные используются и при оценке доноров для трансплантации почек [9]. Дуплекс-сканирование ПС в режиме цветовой энергетической доплерографии позволяет не только визуализировать сосуды, но и получить информацию об их функциональном состоянии. С целью определения нормативных показателей почечный кровоток изучен методом доплерографии в норме у новорожденных, детей и юношей [4, 16, 19]. Однако исследования ПС людей зрелого возраста в норме отмеченными выше методами встречаются редко [7]; их в основном можно найти в работах клинического характера в виде фрагментарного исследования в малочисленных контрольных группах, в которых не учтена возрастная периодизация человека [18].

В доступной литературе мы не нашли работ, в которых проводилось бы сравнительное изучение кровотока в различных сегментах почки в норме. Мало работ, в которых проведено сравнительное изучение микрососудов различных сегментов почки на микроскопическом уровне в норме [5]. Не изучен этот вопрос с помощью сканиру-

ющей электронной микроскопии коррозионных препаратов сосудистого русла почки, тем более в сочетании с ультразвуковыми методами исследования. В последние годы такой комплекс методов используется для оценки состояния сосудистого русла на экспериментальной модели заболеваний почек [11].

Цель настоящей работы — сравнительное морфофункциональное изучение артериальных сосудов различных сегментов почки человека в I периоде зрелого возраста в норме с помощью комплекса современных методов исследования.

Материал и методы. Исследованы артериальные сосуды 20 почек прижизненно и 6 почек на аутопсийном материале у людей обоего пола в I периоде зрелого возраста (женщины — 21–35 лет, мужчины — 22–35 лет) [2] в норме. Все почки были с единственной ПА. Проведен анализ МСКТ-ангиограмм и доплерограмм артериальных сосудов почек пациентов, направленных в Институт медицинской радиологии АН Грузии для исследования сосудов брюшной полости и не имеющих заболеваний, которые могли повлиять на морфофункциональное состояние почек и их сосудистое русло. Для посмертного исследования почки были получены от небальзамированных трупов практически здоровых людей, умерших вследствие несчастных случаев (случайные травмы, механическая асфиксия). При выполнении и оформлении работы были учтены этические стандарты Хельсинской декларации. МСКТ-ангиографию осуществляли 16-срезовым компьютерным томографом (КТ)(Somatom Sensation Cardiac 16, Siemens, Германия). При сканировании были использованы следующие параметры: вращение стола — 0, 42 с, колимация — $12 \times 0,75$ мм, инкремент — 0,5; напряжение рентгеновской трубки — 120 кВ и сила тока трубки — 500 мА. В срединную локтевую вену пациентов вводили 75–100 мл контрастного вещества Ультравист (Schering, Германия, 300–370 мг/мл) со скоростью 2,5–3,5 мл/с. Аксиальные срезы были реконструированы толщиной в 2 мм с интервалами в 1 мм. Трехмерные реконструкции осуществляли на рабочей станции следующими методами: проекций максимальной интенсивности — MIP (Maximal Intensity Projection), поверхностно-теневых изображений — SSD (Surface Shaded Display), многоплоскостной реконструкции — MPR (Multiplanar Reconstruction), 3D-реконструкции (VRT). Определяли характер ветвления ПА, углы отхождения верхней сегментарной артерии (ВСА), а также нижней передней сегментарной артерии (НПСА). Дуплекс-сканирование ВСА и НПСА в режиме цветовой энергетической доплерографии проводили по общепринятой методике на аппарате Acuson CV 70 (Siemens, Германия) с датчиком 3,5 МГц. На продольных срезах измеряли внутренний диаметр (d) ВСА и НПСА. Определяли пиковую систолическую скорость кровотока (V_{ps} — peak systolic velocity), максимальную конечную диастолическую скорость кровотока (V_{ed} — end diastolic velocity), индекс периферического сопротивления (RI — resistive index) и время ускорения (AT — acceleration time). При изготовлении коррозионных препаратов сосудистого русла почки для исследования в сканирующем электронном микроскопе в качестве инъекционной массы использовали смолу следующего состава: 1 мл жидкого компонента промышленной твердеющей пластмассы Протакрил М (Стома, Украина) + 30 мг

сухой перекиси бензоила. Перед инъекцией смолы проводили щадящее, поверхностное препарирование ПС, с помощью которого приблизительно устанавливали характер ветвления ПА, а также область распространения отдельных сегментарных артерий. Сразу после окончания инъекции целую почку помещали на 3 ч в термостат в теплую воду при температуре 60 °С, после чего изучаемый материал подвергали коррозии в 20% растворе NaOH (чередованием с дистиллированной водой) до полного удаления всех тканевых элементов. По окончании коррозии полученные реплики сосудистого русла почек высушивали на воздухе и обрабатывали в парах OsO_4 . Осмированные реплики наклеивали на опорные столики, напыляли золотом в спутере S-150A (Sputter-coater, Edwards, Англия). Материал, приготовленный описанным способом, исследовали в сканирующем электронном микроскопе DSM-960 (Opton, Германия), BS-300 (Tesla, Чехословакия). При статистическом анализе использовали компьютерный пакет программ «Биостатистика». За уровень статистически значимых различий принимали значения $P < 0,05$. Для оценки значимости различий применяли критерии Стьюдента.

Результаты исследования. На основании изучения источников отхождения сегментарных артерий с помощью МСКТ-ангиографии, были выделены 2 типа кровоснабжения: зональный и непосредственно сегментарный. Сегментарные артерии в подавляющем большинстве случаев отходят от зональных артерий (84,6%); при этом ВСА берет начало от передней (88,5%) или задней (11,5%) зональных артерий. Источником отхождения НПСА во всех случаях является передняя зональная артерия. Отхождение сегментарных артерий непосредственно от ствола ПА было отмечено в 15,4% случаев. В 92,3% случаев имеются верхняя, верхняя передняя, нижняя передняя, нижняя и задняя сегментарные артерии; 4-сегментарные почки с верхней, передней, нижней и задней сегментарными артериями были выявлены в 7,7% случаев (рис. 1). Различия между углами отхождения ВСА ($39 \pm 4^\circ$) и НПСА ($42 \pm 4^\circ$), а также между величинами внутреннего диаметра ВСА ($4,21 \pm 0,20$ мм) и НПСА ($3,97 \pm 0,23$ мм) были не значимы.

Архитектоника микрососудов нижнего переднего и верхнего сегментов почки фактически не отличается друг от друга. На сканограммах инъекционных реплик ПС хорошо видно, что их форма и пространственная организация в пределах даже одного и того же сегмента очень вариабельны; наблюдаются бесчисленные варианты. Несмотря на это, можно различать повторяющиеся комплексы сосудов, которые неодинаковы в корковом и мозговом веществе почки; вырисовывается общеизвестная схема разветвления внутриорганных ПС. Клубочки почечного тельца имеют округлую форму. Капилляры, анастомозируя между собой, образуют перитубулярную капиллярную сеть (рис. 2, а), в которой при многообразии

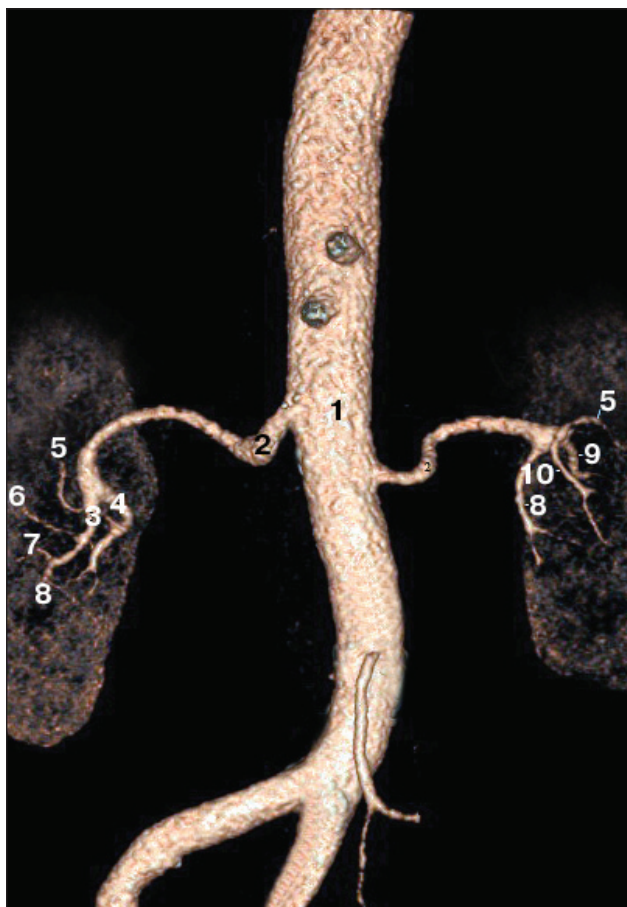


Рис. 1. Зональный (справа) и непосредственно сегментарный (слева) типы кровоснабжения почек у мужчины 35 лет.

1 — аорта; 2 — почечная артерия; 3 — передняя зональная артерия; 4 — задняя зональная артерия, непосредственно продолжающаяся в заднюю сегментарную артерию; 5 — верхняя сегментарная артерия; 6 — верхняя передняя сегментарная артерия; 7 — нижняя передняя сегментарная артерия; 8 — нижняя сегментарная артерия; 9 — задняя сегментарная артерия; 10 — передняя сегментарная артерия. Многосрезовая компьютерно-томографическая ангиограмма.

форм, величин и направлений отдельных капилляров можно проследить определенную упорядоченность. В мозговом веществе почки отчетливо идентифицируются прямые сосуды (см. рис. 2, б); они расположены параллельно, между собой соединяются редко. Рельеф внутренней поверхности почечных микрососудов гладкий. Изредка, в обоих сегментах, приблизительно с одинаковой частотой, отмечены единичные деформированные клубочки, участки некоторого разрежения капиллярной сети в мозговом веществе, извитость контуров междольковых, приносящих, выносящих и прямых сосудов.

Дуплекс-сканирование ПС показало, что статистически значимые различия между изучаемыми количественными параметрами почечного кровотока ВСА и НПСА отсутствуют (таблица).

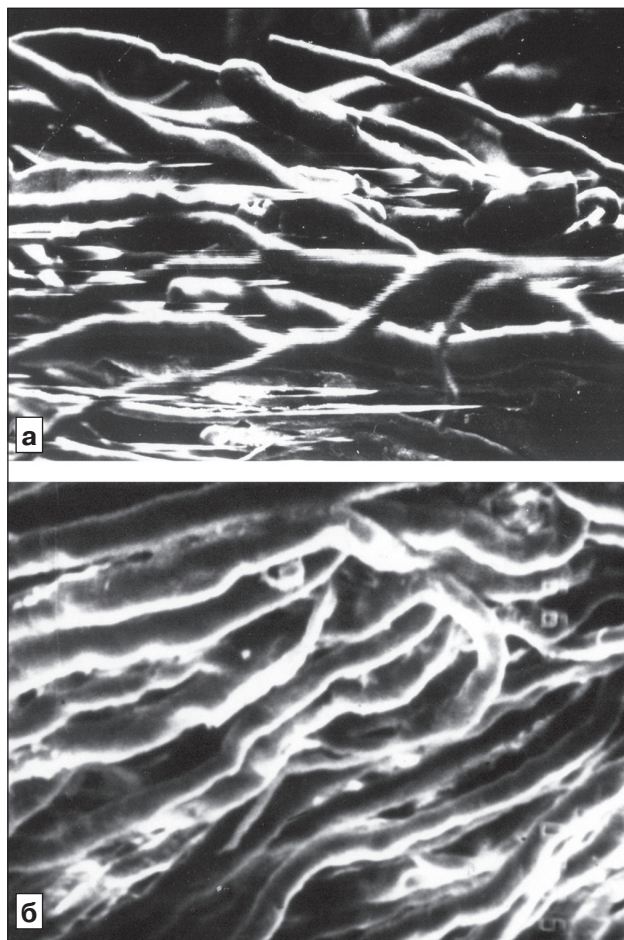


Рис. 2. Микроангиоархитектоника нижнего переднего (а) и верхнего (б) сегментов почки женщины 24 лет.

а — перитубулярная капиллярная сеть в корковом веществе почки; б — прямые сосуды в мозговом веществе почки. Сканогаммы иньекционных реплик. Ув.: а — 360; б — 630.

Обсуждение полученных данных. Полученные МСКТ ангиографические данные об источниках отхождения сегментарных артерий согласуются с опубликованными данными [3], в которых, на основе изучения коррозионных препаратов и рентгенограмм ПС, также отмечен зональный и непосредственно сегментарный типы кровоснабжения. В обзорной статье [17], посвященной результатам исследования ПС с помощью компьютерной томографии, отмечен только непосредственно сегментарный тип, хотя мы наблюдали его лишь в 15,4% случаев, другие авторы — еще реже (в 9,4% случаев) [3]. Нами не найдены статистически значимые различия при сравнении величин внутреннего диаметра ВСА и НПСА, а также между углами отхождения этих артерий, что противоречит данным М.С. Казарцева [6], который при изучении труп-

Показатели доплеровского сегментарного почечного кровотока в верхней сегментарной артерии (ВСА) и нижней передней сегментарной артерии (НПСА) у людей в I периоде зрелого возраста в норме

Показатели	ВСА	НПСА
Пиковая систолическая скорость кровотока, см/с	38,3±0,5	35,3±1,8
Максимальная конечная диастолическая скорость кровотока, см/с	15,7±1,0	19,1±1,4
Индекс периферического сопротивления	0,620±0,008	0,610±0,010
Время ускорения, с	0,090±0,004	0,100±0,003

ного материала показал, что самые большие углы отхождения имеют сегментарные артерии полюсных сегментов, в связи с чем, по мнению автора, они находятся в худших условиях кровоснабжения; были отмечены также различия длины и диаметра сегментарных сосудов.

Принимая во внимание тот факт, что пространственная организация микрососудов почки вариабельна даже в пределах одного и того же сегмента, можно считать, что ангиоархитектоника нижнего переднего и верхнего сегментов фактически не различается. Наличие единичных деформированных клубочков, некоторое разрежение капиллярной сети в мозговом веществе почки, выявленное в данном исследовании, указывает на появление первых признаков возрастной инволюции.

В качестве числовых характеристик доплеровского сегментарного почечного кровотока нами были использованы наиболее распространенные и значимые параметры; несмотря на это, статистически значимые различия между параметрами кровотока ВСА и НПСА не были выявлены.

Таким образом, впервые предпринято сравнительное изучение доплеровского сегментарного почечного кровотока, архитектоники и внутреннего рельефа артериальных сосудов различных сегментов почки человека в I периоде зрелого возраста в норме с помощью комплекса современных методов исследования. На основе полученных данных, можно предположить, что в почках с единственной ПА нижний передний и верхний сегменты находятся в одинаковых условиях кровоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

- Атдуев В.А. и Овчинников В.А. Сегментарная резекция почки при опухолях ее паренхимы. Нижегородск. мед. журн., 2001, № 3, с. 67.
- Бунак В.В. Выделение этапов онтогенеза и хронологические границы возрастных периодов. Проблема возрастной периодизации человека. Сов. педагогика, 1965, т. 29, № 11, с. 105–143.
- Бурых М.П. Нервы и сосуды почек человека и некоторых животных (анатомо-экспериментальное исследование). Харьков, Изд-во Харьковск. гос. мед. ун-та, 2000.

- Гуревич А.И. Комплексная ультразвуковая диагностика обструктивных уродатий у детей раннего возраста: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2006.
- Дгебуадзе М.А. Количественная оценка локальных особенностей почки человека. В кн.: Материалы к науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. А.В. Цагарейшвили. Владикавказ, Изд-во Северо-Осетинск. гос. мед. акад., 2004, с. 19.
- Казарцев М.С. Возрастные особенности сегментарного строения почек человека: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Воронеж, 1969.
- Квятковская Т.А., Чернявский Е.Х. и Куцак Т.Л. Анатомо-сонографическое сопоставление морфометрических данных почечных сосудов и их внутриорганных ветвей. Росс. морфол. ведомости, 2000, № 1–2, с. 201–202.
- Михайлов С.С. и Сабилов Ш. Р. Сегментарное строение почек человека. Арх. анат., 1976, т. 70, вып. 4, с. 17–23.
- Alfred E.J., Rubin G.D., Kuo P.C. et al. The use of spiral computed tomography in the evaluation of living donors for kidney transplantation. Transplantation, 1995, v. 59, № 4, p. 643–645.
- Bentley M.D., Ortiz M.C., Ritman E. L. and Romero J.C. The use of microcomputed tomography to study microvasculature in small rodents. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol., 2002, v. 282, № 5, R1267–R1279.
- Dreys J., Muller-Driver R., Wittig Ch. et al. PTK787/ZK 222584, a specific vascular endothelial growth factor-receptor tyrosine kinase inhibitor, affects the anatomy of the tumor vascular bed and the functional vascular properties as detected by dynamic enhanced magnetic resonance imaging. Cancer Res., 2002, v. 62, № 14, p. 4015–4022.
- Garcia-Sanz A., Rodriguez-Barbero A., Bentley M.D. et al. Three-dimensional microcomputed tomography of renal vasculature in rats. Hypertension, 1998, v. 31, № 1, p. 440–444.
- Graves G.S. The anatomy of the intrarenal arteries and its application to segmental resection of the kidney. Br. J. Surg., 1954, v. 42, № 172, p. 132–139.
- Longia G.S., Kumar V. and Longia S. Microarterial pattern of human kidney. Anat. Anz., 1987, Bd. 163, № 2, p. 129–137.
- Posel S. and Spangler H.P. Die Verstellungstypen der Arteria renalis im Hinblick auf die arterielle Blutversorgung des Parenchyms der Niere. Ein Beitrag zum Problem der sogenannten Nierensegmente. Acta Anat., 1970, Bd. 76, № 4, S. 516–529.
- Sigirci A., Hallac T. Akyncy A. et al. Renal interlobar artery parameters with duplex Doppler sonography and correlations with age, plasma renin and aldosterone levels in healthy children. Am. J. Roentgenol., 2006, v. 186, № 3, p. 828–832.
- Urban B.A., Ratner L.E. and Fishman E.K. Three-dimensional volume-rendered CT angiography of the renal arteries and veins: normal anatomy, variants, and clinical applications. Radiographics, 2001, v. 21, № 2, p. 373–386.

18. Van Onna M., Houben A.J., Kroon A.A. et al. Asymmetry of renal blood flow in patients with moderate to severe hypertension. *Hypertension*, 2003, v. 41, № 1, p. 108–113.
19. Yildirim H., Gungor S., Cihangiroglu M.M. and Augun A.D. Doppler studies in normal kidneys of preterm and term neonates. *J. Ultrasound Med.*, 2005, v. 24, № 5, p. 623–627.

Поступила в редакцию 16.10.07
Получена после доработки 18.12.08

COMPARATIVE MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF ARTERIAL BLOOD VESSELS OF DIFFERENT SEGMENTS OF HUMAN NORMAL KIDNEY

M.A. Dgebuadze, D.J. Kordzaia, D.G. Gachechiladze and Z.A. Danelia

The arterial blood vessels of 26 kidneys of people of both sexes at the first period of mature age were studied. Using Doppler renal investigation of superior segmental and anterior inferior segmental arteries in color duplex scan mode and mul-

tislice computed tomographic angiography, intravital investigation of 20 kidneys were performed. Corrosion casts of the renal vasculature of 6 kidneys, obtained at autopsy, were studied using scanning electron microscopy. It was shown that in kidneys with a single renal artery, anterior inferior and superior segments have a similar level of blood supply – when quantitative parameters of hemodynamics of these renal segments were compared, no significant differences were detected; in fact, no differences were found in the angioarchitectonics of anterior inferior and superior segments. In both segments, initial signs of age involution were found in the form of appearance of individual deformed glomeruli and some rarefaction of capillary network in the renal medulla.

Key words: renal arteries, renal segments, scanning electron microscopy, angiography, Doppler sonography.

Department of Normal Anatomy, Tbilisi State Medical University; I Department of Clinical Pathology, A.N. Natishvili Institute of Morphology; Department of Ultrasonographic Diagnostics and Computer Tomography, Georgian Academy of Sciences Institute of Medical Radiology, Tbilisi, Georgia.

© Коллектив авторов, 2009
УДК 616.5-001.18

О.Д. Мяделец, Е.В. Стефаненко и О.А. Кухновец

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИПИДОСОДЕРЖАЩИХ И ЛИПИДОПРОДУЦИРУЮЩИХ СТРУКТУР КОЖНОГО ПОКРОВА ЧЕЛОВЕКА В НОРМЕ И ПРИ ХОЛОДОВОЙ СМЕРТИ

Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии (зав. — проф. О.Д. Мяделец) Витебского государственного медицинского университета, Управление по Витебской области государственной службы медицинских судебных экспертиз (нач. — доц. О.А. Кухновец)

Цель исследования — изучение липидосодержащих и липидосинтезирующих структур кожи человека в норме и при холодовой смерти. Исследована кожа межлопаточной и эпигастральной областей 105 трупов людей обоего пола в возрасте от 19 до 83 лет, погибших в результате переохлаждения. Контролем служила кожа 10 трупов людей, погибших при ДТП и по причинам, не связанным с действием холода. Парафиновые срезы окрашивали гематоксилином — эозином. Для выявления липидов нефиксированные криостатные срезы окрашивали суданом III. Продукентами липидов кожи являются адипоциты жировой ткани, которая локализуется не только в подкожной клетчатке (гиподерме), но и в виде муфт окружает сосудистые сети, концевые отделы желез, волосные фолликулы; кератиноциты, производящие жиры в ходе терминальной дифференцировки; сальные железы, себоциты которых в процессе голокриновой секреции превращаются в кожное сало. Продуктируемые этими структурами жиры локализуются либо *in situ*, либо транспортируются на поверхность эпидермиса. Липидосодержащими структурами кожи являются роговой слой и поверхностная жировая пленка, образующаяся из секрета сальных желез — кожного сала. При холодовой смерти содержание и распределение липидов в коже существенно изменены. В жировой ткани уменьшены размеры адипоцитов, имеются клетки, не содержащие липидов. Толщина поверхностной жировой пленки по сравнению с контролем снижена, на отдельных участках она может отсутствовать. В устьях волосных фолликулов имеется значительное скопление жиров.

Ключевые слова: кожа, эпидермис, сальные железы, жировая ткань, холодовая смерть.

Важнейшей функцией системы кожных покровов является терморегуляция. Она реализуется за счет ряда механизмов: особой системы циркуляции крови (наличие артериоловеноулярных анастомозов, нескольких сосудистых сплетений); наличия волосного покрова (у человека хорошо развит только на голове); значительно развитой

подкожной жировой клетчатки (гиподермы); секреции кожного сала сальными железами; образования жира в процессе кератинизации эпидермиса. Как известно, жир, особенно жировая ткань гиподермы, обладает весьма хорошими термоизолирующими свойствами.