

© Коллектив авторов, 2012
УДК 611.77

И. С. Соболевская, О. Д. Мяделец и В. Н. Грушин

ЛИПИДСИНТЕЗИРУЮЩИЕ И ЛИПИДНАКАПЛИВАЮЩИЕ СТРУКТУРЫ КОЖИ ЧЕЛОВЕКА

Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии (зав. — проф. О. Д. Мяделец), Витебский государственный медицинский университет, Республика Беларусь

Цель работы состояла в изучении липиднакапливающих (ЛНС) и липидсинтезирующих (ЛсС) структур системы кожного покрова человека. Исследована кожа 30 трупов людей обоего пола (6 женщин и 24 мужчин) в возрасте от 22 до 60 лет, взятая из 5 топографически разных областей тела. Срезы, изготовленные с помощью замораживающего микротомы, окрашивали для выявления липидов суданом III и IV, и черным В, а также жировым красным, для флюоресцентной микроскопии — водным раствором фосфина 3R и раствором нильского красного в ацетоне. Выявлено, что ЛсС в коже являются: кератиноциты, экзокриноциты сальных желез, адипоциты дермы и подкожной основы. ЛНС в коже являются: ЛсС и пространства между кератиноцитами рогового слоя, и поверхностная часть жировой пленки, образованная кожным салом. Степень выраженности ЛсС и ЛНС зависит от топографической области кожи, а также от пола людей. Флюоресцентная микроскопия с использованием различных флюорохромов имеет преимущества перед классической светооптической микроскопией и позволяет более точно определить локализацию, клеточные контуры, размеры, форму ЛсС и ЛНС.

Ключевые слова: кожа, липиднакапливающие и липидсинтезирующие структуры, сальные железы, эпидермис, кожное сало, флюоресценция

Кожные покровы являются жизненно важной системой организма. Последние 25 лет достигнут значительный прогресс в изучении гистофизиологии ее органов. При этом одним из ведущих объектов изучения являются липидсинтезирующие (ЛсС) и липиднакапливающие (ЛНС) структуры. К ним относятся эпидермис, сальные железы и жировая ткань подкожной основы. Значение липидов, производимых этими компонентами кожного покрова, весьма велико. Благодаря деятельности этих структур обеспечиваются физиологические функции и косметические свойства кожи. ЛсС и ЛНС препятствуют трансэпидермальной потере воды и, соответственно, обеспечивают упругость, эластичность и антибактериальную защиту системы кожного покрова, принимают участие в транспорте феромонов, способствуют абсорбции некоторых лекарственных препаратов, а также накоплению предшественников витамина D [3, 5, 8]. Во многих аспектах гистофизиология ЛНС и ЛсС кожного покрова изучена достаточно хорошо [12, 13, 15]. В литературе широко обсуждается участие липидов в возникновении и развитии акне, дерматозов, экземы, псориаза, ихтиоза и в жизнедеятельности волосяного фолликула [1, 7, 14]. Активно изучается значение ЛНС и ЛсС для

косметологии, хирургии и судебно-медицинской экспертизы при холодовой смерти [8, 15].

Однако большинство работ имеют отчетливо выраженный крен в сторону биохимических исследований, что недостаточно для полного понимания роли липидов в функционировании кожи. Одновременно ощущается явно неполная изученность их с морфофизиологических позиций. Практически не разработаны морфологические, гистохимические и морфометрические критерии, с помощью которых можно было бы объективно интерпретировать изменения липидного обмена кожи и использовать их в описательной гистологии, патологической анатомии, судебной медицине, онкологии, в диагностике и дифференциальной диагностике заболеваний кожного покрова, в клинической дерматологии и косметологии, при обосновании применения новых и традиционных косметических средств у людей с различным типом кожи, с учетом ее топографии, с возрастом и полом [1, 4, 6, 7]. Не изучены взаимоотношения между тремя указанными группами ЛНС и ЛсС.

Цель настоящего исследования — изучение ЛНС и ЛсС системы кожного покрова человека.

Материал и методы. Исследована кожа 30 трупов людей обоего пола (6 женщин и 24 мужчин) в возрасте от 22 до 60 лет, без видимых заболеваний системы кожного покро-

Сведения об авторах:

Соболевская Ирина Сергеевна (e-mail: irinabelikovavgtmu@yandex.ru), *Мяделец Олег Данилович*, *Грушин Владимир Николаевич*, кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии, Витебский государственный медицинский университет, Республика Беларусь, 210023 Витебск, пр. Фрунзе, 27

ва. Вскрытие проводилось в течение 1–2 сут после смерти в морге Управления по Витебской области Государственной службы медицинских судебных экспертиз при соблюдении правил получения материала. Для исследования использовали участки кожи из 5 топографических областей: волосистая часть головы, грудь, живот, межлопаточная область спины, внутренняя поверхность бедра. Для световой и флюоресцентной микроскопии материал фиксировали в кальций-формоле. Гистологические срезы изготавливали на замораживающем микротоме и для выявления липидов окрашивали: суданом III и IV, жировым красным О (Oil Red) в изопропанол с последующим докраскиванием гематоксилином, а также суданом черным В с докраскиванием квасцовым кармином. Для флюоресцентной микроскопии срезы окрашивали водным раствором фосфина 3R и раствором нильского красного в ацетоне. Гистологические препараты изучали при помощи микроскопа «БИОМЕД-6» с блоком светофильтров для флюоресцентной микроскопии. В исследовании использовали светофильтры В (синий 450–490 нм), G (зеленый 510–550 нм) и UV (ультрафиолетовый 330–385 нм). Оценку морфологических признаков во всех случаях проводили на светооптическом уровне при различном увеличении.

Результаты исследования. При исследовании срезов кожи, окрашенных флюорохромом фосфин 3R, наблюдалось голубое свечение в эпидермисе и на его поверхности, что связано с люминесценцией нейтральных липидов, причем отчетливо определялись две зоны их локализации. Первая зона окрашивалась наиболее интенсивно и была представлена пленкой липидов кожного сала, а также наружными участками рогового слоя (рис. 1, а). Вторая зона отмечалась в зернистом и шиповатом слоях.

При использовании жирового красного липиды обеих зон окрашивались интенсивно и гомогенно (см. рис. 1, б).

Интенсивность окраски и флюоресценции зависела от региона кожи и пола человека. Так, максимальные окраска и флюоресценция отмечались в области кожи живота человека. При этом количество поверхностных липидов в этом регионе кожи у мужчин и женщин существенно не различалось. Вместе с этим, в других областях кожного покрова прослеживались различия в зависимости от половой принадлежности. В коже у женщин содержание эпидермальных и поверхностных липидов было выше, чем у мужчин, и достигало максимальной величины в области груди и спины. Это объясняется увеличением количества межклеточных жиров в роговом и зернистом слоях, а также внутриклеточных жировых включений в кератиноцитах шиповатого слоя.

Интенсивную окраску красителями, выявляющими жиры, и яркую флюоресценцию давали также зрелые (центральные) экзокриноциты концевых отделов сальных желез, которые имели большие размеры и были заполнены крупными каплями нейтральных липидов. Периферические (недифференцированные) себоциты не окрашивались суданом III и IV и не флюоресцировали, так как не содержали в цитоплазме липидов (рис. 2, а).

Каналы волосяных фолликулов, содержащие жировой секрет сальных желез при окраске фосфином 3R имели голубое и белое свечение. В устьях волосяных фолликулов липиды пропитывали роговую пробку, закрывающую вход в них. Из устья фолликула жир переходил на поверхность межфолликулярного эпидермиса.

Волосяные фолликулы и связанные с ними потовые и сальные железы были окружены муфтами из жировой ткани, в которых адипоциты

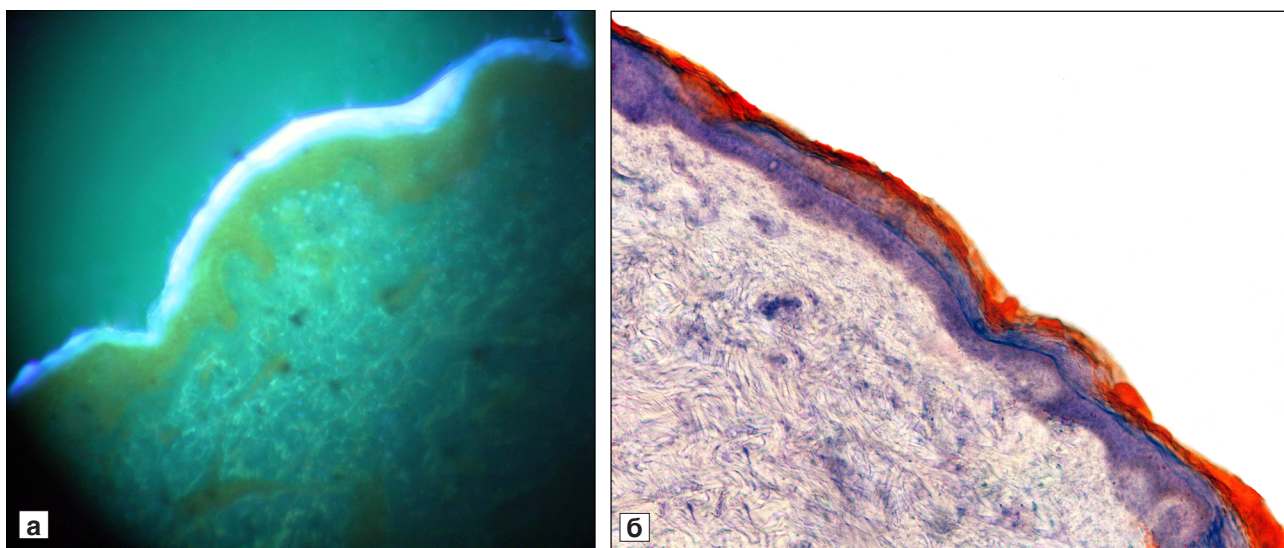


Рис. 1. Эпидермальные липиды в коже человека.

а — окраска фосфином 3R (ультрафиолетовый светофильтр с длиной волны 330–385 нм); б — окраска жировым красным. Об. 20, ок. 10

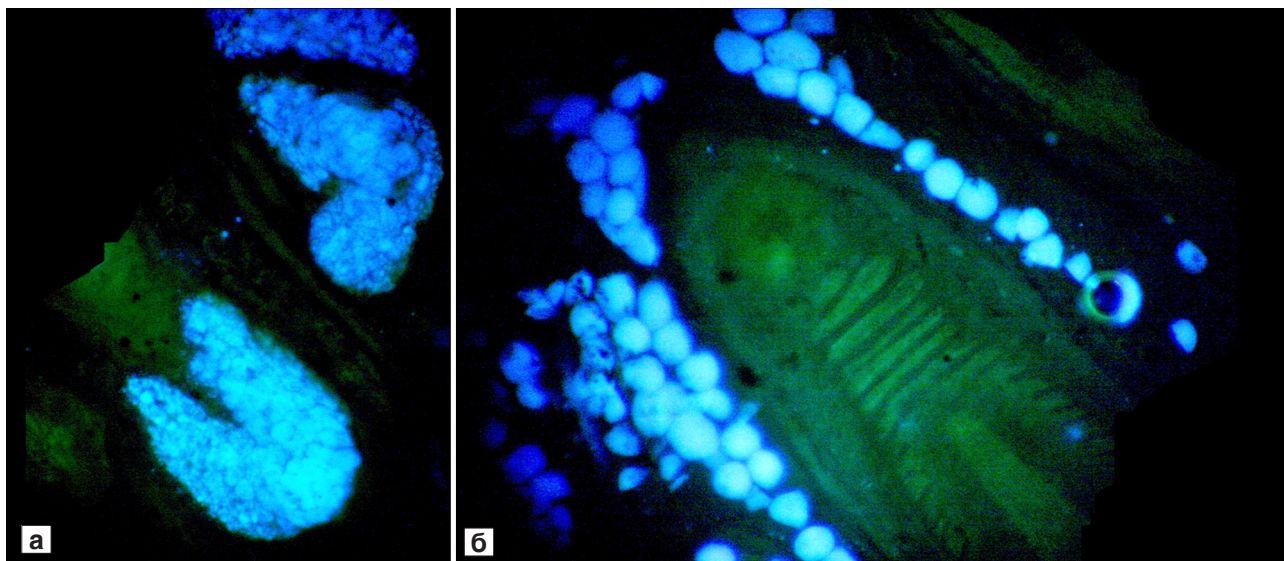


Рис. 2. Кожа человека.

а — концевой отдел сальной железы; б — муфты из жировой ткани вокруг волосяного фолликула. Окраска фосфином 3R (ультрафиолетовый светофильтр с длиной волны 330–385 нм). Об. 20, ок. 10.

давали интенсивную гомогенную окраску флюорохромами, что, в отличие от окраски жировым красным, позволяет четко идентифицировать их контуры, форму и размеры. Муфты расширялись по направлению к подкожной основе и постепенно сливались с ее жировой тканью. Кнаружи они постепенно сужались и на уровне протока сальных желез или несколько выше полностью исчезали (см. рис. 2, б).

В подкожной основе определялись дольки жировой ткани разной величины. Входящие в нее адипоциты имели округлую или перстневидную форму и небольшие размеры. Цитоплазма клеток в виде узкого ободка окружала расположенную в центре большую жировую каплю, которая хорошо окрашивалась суданом III и IV. Клетки в дольках плотно прилегали друг к другу. Размеры долек и количество в них клеток имели существенные топографические и половые различия. Наиболее крупные дольки обнаруживались в области живота, груди и бедра, самые мелкие — в коже спины; дольки в волосистой части головы занимали промежуточное положение. Жировая ткань окружала концевые отделы потовых желез и глубокие отделы волосяных фолликулов, а также подкожное сосудистое сплетение. При этом размер адипоцитов в дерме визуально был меньше, чем в подкожной основе.

При окраске кожи нильским красным липиды тканей кожи флюоресцировали от желто-золотистого до коричневого цвета в зависимости от используемого светофильтра и полярности липидов. Интенсивность свечения зависела от количества липидов.

При исследовании в люминесцентном микроскопе было установлено, что нейтральные липиды выявлялись в виде желто-золотистых флюоресцирующих структур, а красно-коричневую флюоресценцию давали структуры, содержащие фосфолипиды, гликолипиды и некоторые другие липиды. Они в значительном количестве выявлялись на поверхности кожи, а максимальная их концентрация отмечалась в шиповатом и базальном слоях (рис. 3).

Вместе с тем, полярные липиды были обнаружены в роговом и зернистом слоях эпидермиса, а также в сальных железах.

Обсуждение полученных данных. Проведенное исследование свидетельствует, что в системе кожных покровов содержатся 3 вида структур, активно синтезирующие и выделяющие жиры и жироподобные вещества [3]. К ним относятся: эпидермис, в процессе ороговения которого образуются липиды так называемого кожного барьера рогового слоя эпидермиса; сальные железы с волосяными фолликулами; адипоциты подкожной основы и в меньшей степени дермы. Эти 3 вида структур синтезируют и выделяют жиры, различающиеся по своему химическому строению и выполняющие специфические для каждого из липидов функции.

Определенный интерес представляют поверхностные липиды кожи, значительная часть которых являются продуктом деятельности сальных желез [6]. В состав кожного сала входят свободные жирные кислоты, триглицериды, стероиды, сквален, эфиры воска и др. [7, 12]. Большое содержание полиненасыщенных жирных кислот

обеспечивает высокую текучесть кожного сала, которое может удаляться при трении об одежду и впитываться в нее. Поэтому для его восполнения необходима постоянная секреция сальных желез [1, 8, 10, 14, 15]. Генетические и гормональные отличия, присущие мужскому и женскому организмам, не могут не отражаться на структуре и функции кожи [11]. Так, секреция сальных желез значительно интенсивнее у мужчин, чем у женщин.

Вторым компонентом поверхностной липидной пленки кожи являются жиры эпидермиса. Они представлены внутриклеточными липидами (пластинчатые гранулы) шиповатого и зернистого слоев, а также межклеточными липидами в роговом слое, которые образуются в результате терминальной дифференцировки кератиноцитов [2, 5, 8]. На некоторых участках кожи, например на груди и спине, выраженность поверхностных липидов эпидермиса была минимальной, что может свидетельствовать об усиленном контакте этих участков с внешними механическими факторами.

Эти две составляющие поверхностных липидов кожи связаны друг с другом, формируя единую термоизоляционную и барьерно-защитную жировую пленку. При этом количество одного компонента напрямую зависит от количества другого. Так, объем эпидермальных липидов зависит от наличия в данном участке кожи сальных желез. При их наличии доля липидов, продуцируемых эпидермисом, снижена, но может быть существенной при их отсутствии. По данным К. А. Калантаевской [4], кожа лба содержит большое количество сальных желез (до 162 на 1 см²). Следовательно, доля липидов, образующихся при терминальной дифференцировке кератиноцитов, здесь должна быть небольшой. В то же время в коже спины, груди и живота плотность расположения указанных желез ниже — около 40–60 на 1 см². Таким образом, здесь можно ожидать наличие большей фракции эпидермальных липидов, чем в коже лба [8]. Это подтверждается данными наших исследований.

Не менее важными структурами системы кожного покрова человека являются адипоциты дермы и подкожной основы. Они играют не только термоизоляционную и метаболическую роль, но и участвуют в посттравматической регенерации кожи. В связи с этим компоненты жировой ткани дермы локализованы в основном вокруг стратегически важных для функционирования кожного покрова структур, таких как волосяные фолликулы, сальные и потовые железы, содержащие камбиальные клетки [3, 8].

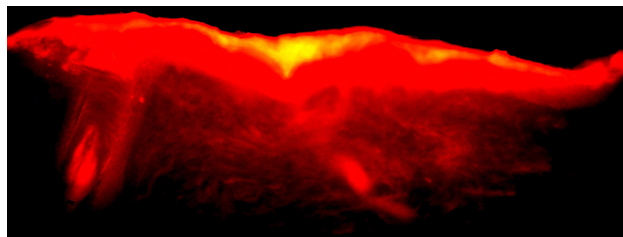


Рис. 3. Поверхностные липиды кожи человека.

Окраска нильским красным (зеленый светофильтр с длиной волны 510–550 нм). Об. 20, ок. 10.

Зависимость от пола характерна и для распределения жировой ткани подкожной основы различных областей тела. У мужчин имеется тенденция к накоплению жира в области живота и верхней части туловища, у женщин — в области ягодиц и бедер. Даже при астеническом типе телосложения относительное содержание подкожного жира у женщин выше, чем у мужчин [4, 11].

Флюоресцентная микроскопия открывает ряд важнейших дополнительных возможностей в проведении микроскопических исследований ЛсС и ЛнС системы кожного покрова человека и других млекопитающих [9]. При этом удается получить значительно больше информации методами, основанными на способности некоторых флюорохромов растворяться в липидах тканей, которые благодаря своим свойствам окрашивают в коже даже небольшие капельки липидов, не нарушая их строения [13].

В отличие от биохимических методов изучения жиров в тканях и органах, методы флуоресцентной микроскопии позволяют определить не только количественное и качественное содержание липидов, но и их точную локализацию [1, 2].

Эти методы в отличие от стандартной световой микроскопии, имеют более высокую чувствительность и позволяют определять не только содержание липидов полуколичественными и качественными методами, но и их точную локализацию. Для идентификации липидов в коже мы применяли два флюорохрома: фосфин 3R и нильский красный.

Фосфин 3R представляет огромный интерес при изучении жиров, так как позволяет идентифицировать нейтральные липиды в коже человека [9]. Следует отметить, что среди неполярных липидов в эпидермисе, экзокриноцитах сальных желез и адипоцитах подкожной основы встречаются триацилглицеролы (три- и диглицериды), свободные жирные кислоты, стерол, сквален и некоторые другие [9]. При окраске гистологического материала водным раствором фосфина 3R и изучении его в ультрафиолетовом свете (ультрафиолетовый светофильтр с длиной волны 330–385 нм) наблюдали серебристо-белое и голубое

свечение ЛсС и ЛнС системы кожного покрова, хорошо различимое на фоне естественной зеленой флюоресценции тканей и клеток. Нильский красный является интенсивно флюоресцирующим красителем, который обладает уникальными свойствами для обнаружения и дифференцировки полярных и нейтральных липидов [13]. Окраска флюорохромами является более чувствительной при выявлении липидов кожи и дифференцировки их по группам на полярные и нейтральные.

Таким образом, ЛсС в коже человека являются: кератиноциты, экзокриноциты сальных желез, адипоциты жировой ткани дермы и подкожной основы. ЛнС в коже являются: ЛсС, а также пространства между кератиноцитами рогового слоя и поверхностная часть жировой пленки, образованная кожным салом. Степень выраженности ЛсС и ЛнС кожи зависит от места локализации (топографической области кожи), а также от пола людей. При выявлении ЛсС и ЛнС кожи человека флюоресцентная микроскопия с использованием различных флюорохромов имеет ряд преимуществ перед классической светооптической микроскопией. Она позволяет более точно определить локализацию, клеточные контуры, размеры, форму ЛсС и ЛнС.

ЛИТЕРАТУРА

- Адаскевич В. П. Акне вульгарные и розовые. М., Медицинская книга, Н. Новгород, Изд-во НГМА, 2003.
- Бандемир Б. Роговой слой как пограничная мембрана. Вестн. дерматол., 1985, № 6, с. 26–30.
- Беликова И. С., Мяделец О. Д. и Грушин В. Н. Особенности распределения липидсодержащих и липидсинтезирующих структур кожи человека. В кн.: Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации. Витебск, Изд-во ВГМУ, 2010, с. 457–459.
- Калантаевская К. А. Морфология и физиология кожи человека. Киев, Здоровье, 1972.
- Кожа. Под ред. А. М. Чернуха и Е. П. Фролова. М., Медицина, 1982.
- Марголина А. А. Новая косметология. М, КЛАВЕЛЬ, 2005.
- Мяделец О. Д. и Адаскевич В. П. Морфофункциональная дерматология. М., Мед. лит-ра, 2006.
- Мяделец О. Д., Стефаненко Е. В. и Кухновец И. А. Морфологическая характеристика липидсодержащих и липидсинтезирующих структур кожного покрова человека в норме и при холодовой смерти. Морфология, 2009, т. 135, вып. 2, с. 62–65.
- Сайфитдинова А. Ф. Двумерная флуоресцентная микроскопия для анализа биологических образцов. СПб., СОЛО, 2008.
- Соколов В. Е., Скурят Л. Н., Степанова Л. В. и др. Руководство по изучению кожного покрова. М., Наука, 1988.
- Утц С. Р. и Одоевская О. Д. Морфофункциональные особенности женской кожи. Вестн. дерматол., 1999, № 3, с. 26–30.
- Cox P. and Squier C. A. Variations in lipids in different layers of porcine epidermis. J. Invest. Dermatol., 1986, v. 87, № 6, p. 741–744.
- Pappas A. Epidermal surface lipids. Dermanol. Endocrinol., 2009, v. 1, p. 72–76.
- Zouboulis C. C. Acne and sebaceous gland function. Clin. Dermatol., 2004, v. 22, p. 360–366.
- Zouboulis C. C., Baron J., Bohm M. et al. Frontiers in sebaceous gland biology and pathology. Exp. Dermatol., 2008, v. 17, p. 542–551.

Поступила в редакцию 14.03.2011
Получена после доработки 01.08.2011

LIPID-SYNTHESIZING AND LIPID-STORING STRUCTURES OF THE HUMAN SKIN

I. S. Sobolevskaya, O. D. Myadelets and V. N. Grushin

This investigation was aimed at the study of lipid-storing and lipid-synthesizing structures of human integument system. The study included the examination of the skin taken from 5 topographically different areas of the bodies of 30 individuals of both sexes (6 females and 24 males) aged 22–60 years. The sections were cut using the freezing microtome and stained for the demonstration of lipids with Sudan III and IV, Black B, Oil Red, and for the fluorescence microscopy — with the water solution of phosphine 3R and acetone solution of Nile red. It is demonstrated that the lipid-synthesizing structures of skin are: keratinocytes, sebaceous gland exocrinocytes, dermal and hypodermal adipocytes. Skin lipid-storing structures are represented by lipid-synthesizing structures and the spaces between the stratum corneum keratinocytes and by the superficial part of the lipid film, formed by sebum. The extent of lipid-storing and lipid-synthesizing structures depends on the skin topographic area and on the individual's gender. The results also show that fluorescence microscopy with different fluorochromes is superior to classical light optical microscopy, ensuring more precise determination of localization, cell outlines, dimensions and shape of skin lipid-storing and lipid-synthesizing structures.

Key words: *lipid-containing and lipid-synthesizing structures of skin, sebaceous glands, epidermis, sebum, fluorescence*

Department of Histology, Cytology and Embryology, Vitebsk State Medical University; Belarus