

© Т.В. Казакова, В.Г. Николаев, 2009
УДК 611.018.5:616-056

Т.В. Казакова и В.Г. Николаев

ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИМФОЦИТОВ И НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ КРОВИ

Кафедра анатомии человека (зав. — проф. В.Г. Николаев) Красноярской государственной медицинской академии им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, e-mail: kazak-tv@mail.ru, anatomiya-kgma@bk.ru

Обследованы 232 девушки в возрасте 16–20 лет по программе, включающей измерение 29 антропометрических параметров тела, определение соматотипа, оценку структурных, метаболических и регуляторных характеристик клеток крови (лимфоцитов и нейтрофильных гранулоцитов) в межсессионный период и в условиях экзаменационного стресса. Установлены различия морфофункциональных характеристик клеток крови у представителей крайних вариантов физического развития. У девушек с высоким содержанием жирового компонента тела выявлены в покое высокая активность сукцинатдегидрогеназы, низкое содержание трудноокисляемых фосфолипидов в мембране лимфоцитов, низкий уровень иммуноглобулинов А и Е сыворотки крови, при стрессе — значительное снижение активности энергетических ферментов и повышение активности гидролаз. Клетки крови у девушек со слабым развитием жирового компонента тела характеризуются большей инертностью, что проявляется низкой активностью внутриклеточных ферментов в покое и их стабильностью при стрессе.

Ключевые слова: конституция, соматотип, лейкоциты, женщины.

Многие исследователи для выявления индивидуальных особенностей строения тела человека используют конституциональный подход, поскольку конституция является интегральной биологической характеристикой целостного организма [6, 8, 9, 10]. В роли основного информатора о природе конституции выступает соматотип, представляющий собой комплекс морфологических особенностей индивида, обусловленных количественным развитием и соотношением трех основных соматических компонентов — жира, мышц и скелета [12]. Установлена конституциональная изменчивость морфофункциональных параметров ряда систем на всех уровнях организации, включая клеточный [10]. Наименее изученной с позиций конституционального подхода остается иммунная система, центральным звеном которой является лимфоцит. Изучение конституциональных особенностей морфофункциональных характеристик иммунокомпетентных клеток несомненно актуально, поскольку, с одной стороны, «...именно целостная клетка является основной реальной структурой живых систем» [7], а с другой — клетки иммунной системы, функционируя в постоянно меняющихся условиях нейромедиаторного и гормонального окружения, определяют во многом интегральную реактивность организма. В имеющихся исследованиях установлены соматотипические особенности параметров лимфоцитов у мужчин. Между тем, многие антропометрические признаки, отражающие качественные различия мужского и женского типов телосложения, относительно независимо изменяются при сравнении

[5], что определяет необходимость дифференцированного по полу изучения конституциональных особенностей структурно-метаболических параметров иммунокомпетентных клеток. В этой связи целью настоящего исследования явилось изучение морфофункциональных характеристик лимфоцитов и нейтрофильных гранулоцитов у женщин юношеского возраста в зависимости от конституции.

Материал и методы. Проведено добровольное обследование 232 женщин 16–20 лет, студенток Красноярской государственной медицинской академии. Антропометрия включала измерение 29 морфологических параметров тела (длины и массы тела; обхватов туловища и конечностей; диаметров груди, таза и дистальных диаметров конечностей; жировых складок). На основании полученных результатов производили расчет основных компонентов массы тела [8]. В составе тела выделяли жировой, мышечный и костный компоненты с вычислением их абсолютных и относительных значений. Диагностику типа телосложения (соматотипа) проводили по методу В.П. Чтецова [14]. У всех женщин, прошедших антропометрическое обследование, получали пробу крови (утром, натощак) в межсессионный период и во время экзаменационной сессии. Определяли концентрацию лейкоцитов в крови и лейкоцитарную формулу. В мазках крови цитохимическими методами выявляли активность сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в лимфоцитах, кислот фосфатазы в лимфоцитах (КФЛ) и нейтрофильных гранулоцитах (КФГ) [6]. Общее количество исследований составило 419. Активность СДГ в лимфоцитах определяли как среднее число гранул диформаза в цитоплазме одной клетки, которое подсчитывается при увеличении 900 в 50 лимфоцитах. КФ в лимфоцитах и нейтрофильных гранулоцитах выявляли с использованием нафтол As-E фосфата и оценивали ее активность в 100 клетках, определяя интен-

сивность окрашивания по 4-балльной шкале. На основании суммы произведений количества клеток каждой категории на ее показатель выводили цитохимический индекс [15]. Использование данных цитохимических методов обусловлено их высокой информативностью, позволяющей выявлять причинно-значимые факторы развития иммунных нарушений [5]. Содержание катехоламинов (КА) и серотонина (СЕР) в лимфоцитах определяли люминесцентно-гистохимическим методом [18]. В выделенных на фиколл-верографине лимфоцитах определяли липидный состав методом тонкослойной хроматографии [11]. О функциональных особенностях иммунокомпетентных клеток судили по уровню иммуноглобулинов в сыворотке крови. Статистическую обработку проводили с использованием пакета прикладных программ «Statistica for Windows v 6.0» и «Soma». Значимость различий оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты исследования. Концентрация лейкоцитов в крови и лейкоцитарная формула в покое у женщин разных соматотипов не имели существенных различий. Показатели активности внутриклеточных ферментов отличались вариабельностью (таблица). Выявлены значимые различия активности СДГ лимфоцитов у женщин с низким и высоким содержанием жирового компонента массы тела. Наиболее низкие показатели активности СДГ зарегистрированы у женщин стенопластического, мезопластического и субатлетического соматотипов. В то время как у людей, соматотип которых отличался высоким содержанием жировой массы (эурипластический), активность СДГ оказалась наиболее высокой. У женщин атлетического соматотипа, характеризующихся высоким развитием мышечного компонента сомы, установлена положительная значимая корреляционная связь показателей активности СДГ с абсолютной мышечной массой. Активность КФ как в лимфоцитах, так и в нейтрофильных гранулоцитах не имела значимых различий, вместе с тем показатели КФЛ были несколько выше у женщин мезопластического и стенопластического соматотипов. Антропометрические параметры, характеризующие развитие жировой массы, по данным корреляционного анализа имели отрица-

тельные связи с активностью гидролитических ферментов.

Изучение уровня и спектра липидов в лимфоцитах женщин разных соматотипов выявило ряд особенностей. У женщин стенопластического, атлетического, мезопластического и субатлетического соматотипов выявлено увеличение трудноокисляемых фракций фосфатидилхолина, сфингомиелина, свободного холестерина (ФХ, СМ, СХ), значимое увеличение соотношения фосфатидилхолина и лизофосфатидилхолина (ФХ/ЛФХ), тенденцию к снижению легкоокисляемых фракций: фосфатидилсерин, фосфатидилинозитол, фосфатидилэтаноламин (ФС, ФИ, ФЭ), достигавшую значимых различий у женщин субатлетического соматотипа. Лимфоциты женщин эурипластического соматотипа характеризовались, напротив, снижением содержания трудноокисляемых фракций (ФХ, СМ, СХ) и соотношения ФХ/ЛФХ. Независимо от типа телосложения у всех обследованных, индекс массы тела которых выходил за пределы нормы (18,5–25,0), установлено увеличение соотношения фракций общих фосфолипидов и свободного холестерина в лимфоцитах.

Оценка содержания регуляторных веществ (КА, СЕР) в лимфоцитах выявила повышенный уровень КА у женщин эурипластического соматотипа, однако соотношение СЕР/КА не зависело от конституции.

В период экзаменационного стресса у всех студенток содержание КА в лейкоцитах увеличивалось. Наибольший прирост отмечен у представителей атлетического соматотипа (с $14,3 \pm 0,7$ до $17,7 \pm 0,7$ мкВ/кл, $P < 0,05$), а у женщин эурипластического соматотипа этот показатель не изменялся. Выявлено значимое увеличение концентрации лейкоцитов у представителей субатлетического соматотипа с $6,9 \times 10^9/\text{л}$ до $7,8 \times 10^9/\text{л}$, ($P < 0,05$), при этом лейкоцитарная формула оставалась без изменений.

Активность СДГ лимфоцитов уменьшалась у всех обследованных, но наиболее значимое сни-

Активность ферментов клеток периферической крови женщин ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)

Соматотип	Количество обследованных	СДГ (гранул/клетку)	Цитоплазматический индекс, ед	
			КФЛ	КФГ
Стенопластический	44	$6,4 \pm 0,6$	120 ± 5	146 ± 5
Мезопластический	32	$6,7 \pm 0,7$	124 ± 3	148 ± 6
Субатлетический	54	$6,6 \pm 0,5$	114 ± 4	156 ± 5
Атлетический	55	$7,9 \pm 0,5$	118 ± 5	151 ± 5
Эурипластический	47	$9,2 \pm 0,6^*$	116 ± 4	145 ± 4

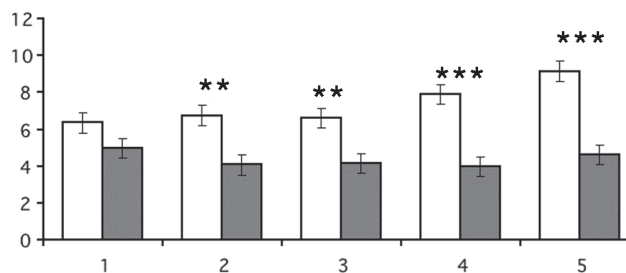
* Различия по сравнению с другими соматотипами значимы при $P < 0,01$.

Примечание. СДГ — сукцинатдегидрогеназа; КФЛ — кислая фосфатаза лимфоцитов; КФГ — кислая фосфатаза нейтрофильных гранулоцитов.

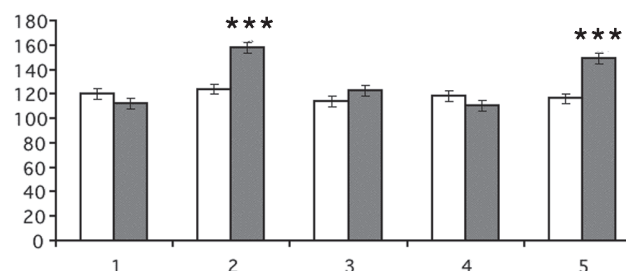
жение выявлено у студенток атлетического (в 1,97 раза) и эурипластического (в 1,98 раза) соматотипов (рисунок). КФЛ возрастала у женщин эурипластического и мезопластического соматотипов, а КФГ снижалась у субатлетического и атлетического соматотипов. Наиболее инертными в условиях стресса оказались люди стенопластического соматотипа, у которых отсутствовали значимые отличия активности ферментов.

Уровни иммуноглобулинов А и Е, участвующих в обеспечении местного иммунитета, в сыворотке крови были значимо снижены у представителей эурипластического соматотипа (IgA — $1,24 \pm 0,09$ г/л, IgE — $73,3 \pm 10,4$ мЕ/мл) в сравнении с другими соматотипами. Наиболее высокие показатели иммуноглобулинов А и Е зарегистрированы у женщин стенопластического соматотипа (IgA — $2,14 \pm 0,20$ г/л, IgE — 192 ± 17 мЕ/мл). Содержание иммуноглобулинов G и M в сыворотке крови не имело соматотипических особенностей.

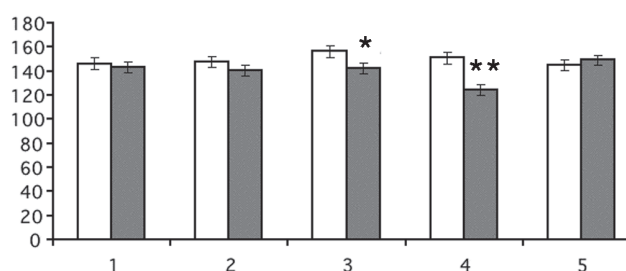
Обсуждение полученных данных. Конституция в современном понимании — совокупность морфологических и функциональных признаков, унаследованных и приобретенных, относительно устойчивых во времени, определяющих особенности реактивности и резистентности организма к факторам среды [8, 13], при изучении которой необходим системный подход. Данные антропометрических исследований выявили отчетливые различия габаритных параметров и компонентного состава тела между представителями разных конституциональных типов, а выявленные соматотипы укладывались в рамки классификации [14], что позволило взять их за основу при изучении конституциональных особенностей морфофункциональных параметров иммунной системы. Результаты проведенного исследования показывают, что конституциональные различия выявляются на уровне морфофункциональных характеристик лейкоцитов и могут, в частности, обуславливать различия иммунореактивности и механизмов неспецифической защиты, а следовательно, и адаптивных способностей различных соматотипов [1]. Активность внутриклеточных ферментов имеет генетически определенную норму реакции, но, вместе с тем, зависит от воздействия средовых факторов и лимитируется уровнем метаболитов, поступающих извне и образующихся в клетках [2]. Изученные нами ферменты функционируют в различных компартментах клетки и участвуют в разных метаболических реакциях, а следовательно, по показателям их активности можно судить об особенностях различных сторон



а



б



в

Активность ферментов сукцинатдегидрогеназы (а), кислой фосфатазы лимфоцитов (б), кислой фосфатазы гранулоцитов (в) в клетках крови в покое (светлые столбики) и при стрессе (темные столбики). По оси абсцисс — 1 — стенопластический; 2 — мезопластический; 3 — субатлетический; 4 — атлетический; 5 — эурипластический соматотипы; по оси ординат — активность ферментов. Вертикальные отрезки — значения стандартной ошибки. Звездочки — различия между показателями в покое и при стрессе значимы при $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***).

клеточного обмена. Митохондриальный фермент СДГ маркирует цикл Кребса и является одним из ведущих показателей реакций энергетического обмена в клетках [6, 16]. Высокий уровень энергетических процессов в лимфоцитах у студенток эурипластического соматотипа является, по-видимому, следствием их лучшей субстратной обеспеченности, что, по всей вероятности, обеспечивает высокую интенсивность энергетических процессов цикла Кребса [2, 6]. Вместе с тем, в состоянии функционального покоя организма мощный гидролитический потенциал лизосом реализуется лишь частично, чем и обусловлено отсутствие соматотипических особенностей КФЛ и КФГ [4], а конституциональные различия проявляются при стрессе, причем изменения выражены в разной

степени и носят разнонаправленный характер, что связано с различиями реактивности организма, которая является одной из конституциональных характеристик [1]. Структура клеточной мембраны определяет активность клеточных рецепторов и внутриклеточных ферментов, а следовательно, и функциональное состояние клетки [2]. У женщин эурипластического соматотипа структурные компоненты мембран лимфоцитов, определяемые соотношением липидных фракций, способствуют снижению их стабильности, их большей текучести, и несомненно, отражаются на их функциональной активности, что проявляется высокой активностью СДГ в покое и значительным снижением при стрессе [17]. Изменения в спектре структурных компонентов мембран лимфоцитов у представителей других соматотипов могут указывать на изменение свойств мембран, ведущих к снижению активности ферментов, в частности СДГ, локализованной на внутренней мембране митохондрий, и их инертности, что соответствует данным, полученным у представителей стенопластического соматотипа.

Таким образом, между типом телосложения и морфофункциональными характеристиками лейкоцитов существует взаимосвязь, которая отражает в определенной степени особенности обменных процессов организма и тип реагирования организма на средовые воздействия. Наиболее четко эта связь выявляется у девушек стенопластического и эурипластического соматотипов, которые можно рассматривать как крайние варианты физического развития. Вместе с тем, имеется относительная автономность соматических и физиологических признаков в силу повышенной лабильности и внутрииндивидуальной вариабельности последних при повторных обследованиях [3].

ЛИТЕРАТУРА

- Акинщикова Г.И. Телосложение и реактивность организма. Л., Изд-во ЛГУ, 1969.
- Булыгин Г.В., Камзалакова Н.И. и Андрейчиков А.В. Метаболические основы регуляции иммунного ответа. Новосибирск, Наука, 1999.
- Бутова О.А. Параметры иммунного статуса и оси морфологической типологии. Физиол. человека. 2006, т. 32, № 2, с. 133–136.
- Ефремов А.В., Руткина Л.А., Цыганкова О.В. и др. Роль лизосомальных ферментов в генезе ведущих клинко-патологических синдромов: факты и гипотезы. Пат. физиол. 2007, № 1, с. 18–21.
- Дерябин В.Е. Половой диморфизм телосложения у взрослых. Женщина в аспекте физической антропологии. Тез. докл. междунар. науч. конф. М., Изд-во МГУ, 1994, с. 41–50.
- Диагностические и прогностические возможности клинической цитохимии. М., НЦ здоровья детей РАМН, 2005.
- Клиорин А.И. и Чтецов В.П. Биологические проблемы учения о конституциях человека. Л., Наука, 1979.
- Мартыросов Э.Г. Николаев Д.В. и Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М., Наука, 2006.
- Никитюк Б.А. Конституция человека. Итоги науки и техники. Серия: Антропология. М., ВИНТИ, 1991, № 4, с. 1–152.
- Николаев В.Г., Николаева Н.Н., Синдеева Л.В. и Николаева Л.В. Антропологическое обследование в клинической практике. Красноярск, Изд-во Версо, 2007.
- Ростовцев В.Н. и Резник Г.Е. Количественное определение липидных фракций плазмы крови. Лаб. дело, 1982, № 4, с. 218–221.
- Терско Л.И. и Кметинский Е.А. Антропология. М., Наука, 2004.
- Хрисанфова Е.Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. М., Изд-во МГУ, 1990.
- Чтецов В.П., Лутовинова Н.Ю. и Уткина М.И. Опыт объективной диагностики соматических типов на основе измерительных признаков у женщин. Вопр. антропол., 1979, вып. 60, с. 13–14.
- Goldberg A.F. and Barka T. Acid phosphatase activity in human blood cell. Nature, 1962, v. 195, № 3438, p. 297.
- Muthukumar A. and Selvam R. Role of glutathione on renal mitochondrial status in hyperoxaluria. Mol. Cell Biochem., 1998, v. 185, № 1–2, p. 77–84.
- Rinvay B., Bergman S., Shinitzky M. and Globerson A. Correlation between membrane viscosity, serum cholesterol, lymphocyte activation and aging in man. Mech. Ageing Dev., 1980, v. 12, p. 119–126.
- Yokoo H., Kojima, Suetake K. and Arikawa K. A study of the fluorescence intensity in rat leucocytes after administration of catecholamines, monoamineoxidase inhibitor and in schizophrenic patient blood. 8th int. Cong. pharmacol., Gifu, 27–29 July, 1981, Oxford, 1982, p. 125–130.

Поступила в редакцию 11.06.08
Получена после доработки 20.11.08

THE REGULARITIES OF CONSTITUTIONAL VARIABILITY OF MORPHO-FUNCTIONAL INDICES OF BLOOD LYMPHOCYTES AND NEUTROPHILIC GRANULOCYTES

Kazakova T.V. and Nikolayev V.G.

In this study, 232 girls aged 16–20 years were examined using a program including the measurements of 29 anthropometric body parameters, determination of a somatotype, estimation of structural, metabolic and regulatory characteristics of the blood cells (lymphocytes and neutrophilic granulocytes) during the period between the examinations and under the condition of examination stress. The differences of morpho-functional characteristics of blood cells were detected between the representatives of extreme variants of physical development. In the girls with high body fat content, high activity of succinate dehydrogenase, low content of not readily oxidizable phospholipids in lymphocyte membrane at rest were detected together with low levels of class A and E immunoglobulins in blood serum. Under stress conditions, a significant reduction of the activities of energy metabolism enzymes and an increase of the hydrolase activities were found. In girls with poorly developed body fat component, the cells are characterized by component are characterized by greater inertness of the intracellular enzymes at rest and their stability in stress.

Key words: constitution, somatotype, leukocytes, women.

Department of Human Anatomy, Krasnoyarsk State Medical Academy