

14. Querido D., Issacson L. C. Blood-volume expansion in the rat: natriuresis accompanied by a fall in filtration fraction.—Clin. Sci., 1981, 60, N 3, p. 283—293.
15. Шюк О. Функциональное исследование почек.—Прага: Авиценум, 1980.—333 с.
16. Skou C. Preparation from mammalian brain and kidney of the enzyme system involved in active transport of Na and K.—Biophys. Acta, 1962, 58, N 5, p. 314—323.
17. De Wardener H. E., Clarkson E. M. The natriuretic hormone: recent developments.—Clin. Sci., 1982, 63, N 3, p. 415—420.

Черновиц. мед. ин-т

Поступила 27.06.84

УДК 612.833.7:611.983

Г. И. Ходоровский, П. И. Евстратов

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА, ВОЗРАСТНЫЕ, ПОЛОВЫЕ И СУТОЧНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЕННОГО РЕФЛЕКСА

Несмотря на вековую историю исследования сухожильных рефлексов, познавательный и практический интерес к ним не ослабевает до настоящего времени [5, 8]. Использование современных количественных методов оценки значительно расширило информацию, которая может быть получена при исследовании этих рефлексов [11]. Внимание исследователей главным образом сосредоточено на ахилловом и коленном рефлексах, из которых второй изучался сравнительно меньше. До настоящего времени не получили должной количественной оценки и клинического использования такие составляющие время коленного рефлекса, как латентное время, время разгибания голени. Из двух физиологических параметров — время рефлекса и его амплитуда, — используемых разными авторами, ни по одному из них нет данных о возрастных, половых и суточных их особенностях. Между тем известно, что время ахиллова рефлекса у мужчин короче, чем у женщин [15, 20], что оно изменяется в течение дня [19], что имеются особенности коленного рефлекса у новорожденных [2]. С переходом в последние годы от субъективной к количественной оценке рефлексов знание особенностей коленного рефлекса у здорового человека имеет несомненное значение как в клинических, так и в физиологических исследованиях. Задачей работы является установление у здоровых людей величины амплитуды и продолжительности фаз, составляющих время коленного рефлекса (латентное время, время разгибания и сгибания голени) и исследование их зависимости от времени дня, пола и возраста.

Методика

Измерение времени коленного рефлекса проводили с помощью рефлексометра оригинальной конструкции (а. с. № 858774) [12]. Прибор представляет собой самостоятельное устройство, позволяющее измерять в мс время от момента удара молотком по сухожилию до начала движения голени (скрытый период), время от начала движения конечности до максимального ее разгибания (время укорочения), время возврата конечности в исходное положение или сгибание (время расслабления) и в мм амплитуду. Результаты измерений читаются одновременно на четырех табличках цифровой индикации. Перед измерением рефлекса каждый исследуемый отдыхал не менее 10 мин затем садился на стул, под колено подкладывали валик так чтобы ноги свободно свисали не касаясь пола. К голени на расстоянии 15 см от центра коленной чашечки с помощью ремешка укрепляли заслонку прибора (узкую пластинку из тонкого пластика). Удар по сухожилию наносили молоточком с вмонтированной контактной парой. Сила удара дозировалась пружиной молоточка. При движении голени заслонка двигалась в корпусе между источниками света и фотодатчиками. Для повторного измерения прибор приводился в исходное положение посредством «сброса» таблицы и установкой заслонки у края первого фотодатчика. Амплитуда измерялась по расстоянию, пройденному заслонкой, т. е. по числу перекрытых ею фотодатчиков и высве-

чивалась на табло прибора в мм. Электромеханическая погрешность устройства составляет 10—15 мс.

Производили не менее 15 измерений с интервалом между последующим раздражением 8—10 с. Измерение времени рефлекса проводили на правой ноге. Из полученных числовых значений определяли среднюю арифметическую величину каждой фазы времени рефлекса и амплитуды. Сумма средних значений каждой фазы времени рефлекса использована как общее время рефлекса.

Время коленного рефлекса измерено у 44 студентов-медиков (24 мужчин и 20 женщин) 18—25 лет и у 23 школьников (11 мальчиков и 12 девочек) 7—9 лет. Каждый студент был обследован три раза, утром в 8—9 ч до занятий, днем в 15—16 ч сразу после занятий и вечером в 19—20 ч. Проведена статистическая обработка данных с использованием критерия «*t*» Стьюдента и коэффициента корреляции.

Результаты и их обсуждение

Среднее время рефлекса (в мс) составило у мужчин $423,7 \pm 9,9$, у женщин $429,9 \pm 12,4$, у мальчиков $421,0 \pm 9,5$, у девочек $446,3 \pm 10,8$. Особый интерес представляют показатели времени отдельных фаз рефлекса у лиц разного пола как у взрослых, так и у детей.

У взрослых статистически значимые различия проявляются в продолжительности латентного времени рефлекса (у мужчин $75,4 \pm 2,5$, у женщин $65,9 \pm 2,8$; $p < 0,05$) и в величине (в мм) амплитуды (у мужчин $29,3 \pm 2,2$, у женщин $43,2 \pm 2,4$; $p < 0,001$; табл. 1).

Таблица 1. Время и амплитуда коленного рефлекса у лиц разного пола и возраста ($M \pm m$)

Обследованные лица	Число обследованных	Время рефлекса и его периодов в мс				Амплитуда рефлекса в мм
		Общее	Латентный	Укорочения	Расслабления	
Мужчины	23	$423,7 \pm 9,9$	$75,4 \pm 2,5$	$112,0 \pm 5,1$	$235,5 \pm 7,7$	$29,3 \pm 2,2$
Женщины	20	$429,9 \pm 12,4$	$65,9 \pm 2,8$	$124,6 \pm 6,5$	$245,7 \pm 12,2$	$43,2 \pm 2,4$
			$p_0 < 0,05$			$p_0 < 0,001$
Мальчики	11	$421,0 \pm 9,5$	$66,1 \pm 2,5$	$118,8 \pm 8,3$	$232,5 \pm 4,6$	$30,1 \pm 4,0$
			$p_1 < 0,05$			
Девочки	12	$446,3 \pm 10,8$	$77,0 \pm 6,6$	$126,6 \pm 7,2$	$242,6 \pm 8,7$	$25,3 \pm 2,1$
						$p_1 < 0,001$

Примечание: p_0 — различия у лиц разного пола, p_1 — возрастные различия у лиц одного пола.

Среднее время коленного рефлекса (в мс) в нашем исследовании очень близко к данным других исследований: 400—500 [6], 500—800 [7], 200—500 [4] и не согласуется с данными тех работ, где приводится биоэлектрический компонент времени коленного рефлекса [13, 17, 18]. Не все авторы однозначно трактуют понятие общее время рефлекса и составляющие его периоды или фазы. Так, под общим временем коленного рефлекса понимается время от нанесения удара по сухожилию до начала движения голени [18], т. е. то время, которое нами измерено как латентное время. Учитывая разную трактовку понятий, можно отметить совпадением наших результатов с данными литературы по продолжительности латентного времени [6, 9, 10, 18]. Несоответствие наших результатов данным некоторых авторов по продолжительности времени скрытого возбуждения как и времени рефлекса в целом может быть также следствием того, что мы определяли время движения голени, а не время сокращения четырехглавой мышцы бедра. Сравнение показало, что латентный период движения голени при коленном рефлексе на 40—50 мс превышает латентное время биоэлектрического ответа четырехглавой мышцы бедра.

Несоответствие биоэлектрического ответа четырехглавой мышцы и латентного времени движения конечности может быть объяснено тем, что при нормальном коленном рефлексе одновременно с сокращением

мышц разгибателей, которое задерживает время рефлекса сухожильного рефлекса и то, что афферентный рефлекс и *H*-рефлекса о сухожильного рефлекса волокон, а *H*-рефлекс.

Анализ времени у девочек общее, чем у мальчиков.

При возрастной зрелости латентного у мужчин ($75,4 \pm 2,5$) женского пола возшей величине амплитуды с девочками ($25,3 \pm 2,1$). В литературе у детей разного возраста в исследовании со взрослыми латентное время и детьми ш разнице в длине показателя коленного функционального В данном исследовании между весовыми параметрами

Таблица 2.

Обследованные лица	Число обследованных	Время суток (часы)
Мужчины	23	утро (8—9)
	24	день (15—16)
	21	вечер (19—20)
Женщины	20	утро (8—9)
	18	день (15—16)
	19	вечер (19—20)

Примечание: p — различия у лиц одного пола.

Анализируя как у мужчин, так и у женщин, в общем то суточный ритм ахиллова рефлекса коленного рефлекса (табл. 2). Так, у мужчин укорочения (в мс) и амплитуды (в мм) у женщин на

мышц разгибателей происходит сокращение и сгибателей голени, которое задерживает разгибание голени и тем самым увеличивая латентное время рефлекса [6]. Причиной несоответствия латентного времени сухожильного рефлекса и рефлекса Гофмана (*H*-рефлекс) может быть и то, что афферентная часть рефлекторной дуги сухожильного рефлекса и *H*-рефлекса отличается. Доказано, что при воспроизведении сухожильного рефлекса возбуждение проводится по тонким афферентным волокнам, а *H*-рефлекса — по толстым нервным волокнам [3].

Анализ времени коленного рефлекса у детей показал, что хотя у девочек общее время рефлекса и время его фаз продолжительнее, чем у мальчиков, однако эти различия статистически не существенны.

При возрастном анализе различия выявлены только в продолжительности латентного времени (в мс), которое достоверно больше у мужчин ($75,4 \pm 2,5$) по сравнению с мальчиками ($66,1 \pm 2,5$). У лиц женского пола возрастные различия четко проявляются только в большей величине амплитуды (в мм), у женщин ($43,2 \pm 2,2$) по сравнению с девочками ($25,3 \pm 2,1$).

В литературе описаны некоторые особенности коленного рефлекса у детей разного возраста, в том числе, у новорожденных [2] по сравнению со взрослыми [1]. Обращает на себя внимание, что у новорожденных латентное время рефлекса уменьшено по сравнению со взрослыми и детьми школьного возраста почти в два раза при значительной разнице в длине рефлекторной дуги [2]. По-видимому, этот временный показатель коленного рефлекса существенно зависит также от морфофункционального состояния центрального звена рефлекторной дуги. В данном исследовании мы не обнаружили корреляционной зависимости между весо-ростовым индексом каждого исследуемого и временными параметрами коленного рефлекса.

Таблица 2. Время и амплитуда коленного рефлекса у мужчин и женщин в течение суток ($M \pm m$)

Обследованные лица	Число обследованных	Время суток (часы)	Время рефлекса и его периодов в мс				Амплитуда рефлекса в мм
			Общее	Латентный	Укорочения	Расслабления	
Мужчины	23	утро (8—9)	$423,7 \pm 9,9$	$75,4 \pm 2,5$	$112,0 \pm 5,1$ $p_1 < 0,01$	$235,5 \pm 7,2$	$29,3 \pm 2,2$ $p_1 < 0,01$ $p_0 < 0,001$
	24	день (15—16)	$434,3 \pm 8,7$	$75,1 \pm 2,8$	$122,0 \pm 4,9$	$237,1 \pm 6,4$	$33,7 \pm 2,3$
	21	вечер (19—20)	$431,3 \pm 7,0$	$70,1 \pm 1,8$	$133,0 \pm 3,9$ $p_1 < 0,01$ $p_0 < 0,05$	$228,1 \pm 5,7$	$36,4 \pm 1,4$ $p_1 < 0,01$
Женщины	20	утро (8—9)	$429,9 \pm 12,4$	$65,9 \pm 2,8$ $p_0 < 0,05$	$124,0 \pm 6,5$	$245,7 \pm 12,2$	$43,2 \pm 2,4$ $p_0 < 0,001$
	18	день (15—16)	$422,3 \pm 10,7$	$67,0 \pm 3,4$	$115,0 \pm 5,5$	$236,2 \pm 12,0$	$40,5 \pm 3,3$
	19	вечер (19—20)	$409,6 \pm 14,5$	$67,0 \pm 2,7$	$119,0 \pm 5,0$ $p_0 < 0,05$	$227,8 \pm 11,7$	$37,9 \pm 2,3$

Примечание: P_0 — различия у лиц разного пола, P_1 — различия в течение суток у лиц одного пола.

Анализируя время коленного рефлекса у взрослых в течение дня, как у мужчин, так и у женщин мы не обнаружили существенных изменений в общем времени рефлекса. Это соответствует данным о том, что суточный ритм не сказывается на результатах изменения времени ахиллова рефлекса [16]. Однако анализ отдельных фаз времени коленного рефлекса обнаруживает такие изменения в течении дня (табл. 2). Так, у мужчин к вечеру отмечено существенное увеличение фазы укорочения (в мс) с $112,0 \pm 5,1$ утром до $133,0 \pm 3,9$ вечером ($p < 0,01$). и амплитуды (в мм) с $29,3 \pm 2,2$ утром до $36,4 \pm 1,4$ вечером ($p < 0,01$). У женщин на протяжении дня не наблюдалось существенных измене-

ний общего времени рефлекса, его составляющих и амплитуды, хотя и проявлялась тенденция к укорочению времени расслабления и амплитуды рефлекса к концу дня.

При сравнении продолжительности каждой фазы времени рефлекса и амплитуды у мужчин и женщин в течение дня обнаружены статистически достоверные различия. Так, вечером длительность фазы укорочения (в мс) у мужчин равна $133,0 \pm 3,9$, у женщин $119,0 \pm 5,0$ ($p < 0,05$), утром амплитуда рефлекса (в мм) достоверно больше у женщин $43,2 \pm 2,4$ по сравнению с мужчинами $29,3 \pm 2,2$. В целом амплитуда рефлекса у женщин была большей на протяжении всего периода наблюдений.

Установленные нами изменения продолжительности и амплитуды коленного рефлекса в течение дня подтверждают мнения и факты о том, что рефлекторные акты могут быть обусловлены суточными изменениями нервных процессов [14], время укорочения и расслабления ахиллова рефлекса меняется в течение дня [19], время коленного [13] и ахиллова [17] рефлексов изменяется под влиянием физической нагрузки. Наблюдаемое в данном исследовании увеличение времени укорочения рефлекса может быть объяснено явлением утомления, развивающимся к концу рабочего дня. Однако у женщин такого удлинения времени укорочения в течение дня мы не наблюдали. Вероятной причиной большей продолжительности фазы укорочения у мужчин по сравнению с женщинами может быть разная степень развития у них мышечной системы. Показано, что время ахиллова рефлекса у студентов, занимающихся дзюдо, заметно продолжительнее, чем у студентов контрольной группы [17], что время биоэлектрического компонента коленного рефлекса у мужчин больше, чем у женщин [13]. Нагрузка на мышцы (работа, тренировочный процесс) оказывает на время рефлексов, в которых эти мышцы участвуют, противоположный эффект. Так после спортивной нагрузки время укорочения и расслабления ахиллова рефлекса сократилось [17]. Аналогичный эффект на биоэлектрический компонент коленного рефлекса оказывала динамическая, но не статическая работа [13].

Нами установлена прямая корреляционная связь между общим временем рефлекса и амплитудой, временем укорочения и амплитудой у мужчин (утром и днем), между временем расслабления и амплитудой (утром и вечером) у женщин. Обратная корреляционная связь выявлена между латентным временем и амплитудой (утром, днем, вечером) у женщин.

Анализ хронограмм по нашей методике [11] показал, во-первых, что феномен «прогревания» (прогрессирующее укорочение времени рефлекса на протяжении первых 3—10 ударов) при многократном воспроизведении коленного рефлекса отсутствовал; во-вторых, что у мужчин и у женщин преобладали хронограммы с отклонениями от измерения к измерению в пределах более ± 20 мс (рассеянный тип) и реже встречались хронограммы с отклонениями ± 10 мс (стабильный тип) и ± 20 мс (относительно устойчивый тип).

Таким образом, общее время коленного рефлекса у лиц разного пола в течение дня существенно не меняется. Наряду с этим такие изменения отмечаются в длительности отдельных фаз и амплитуды коленного рефлекса. У взрослых латентное время рефлекса больше, чем у детей, у мужчин период укорочения рефлекса и его амплитуда увеличиваются в течение дня. Важным фактором является и то, что только в вечернее время суток проявляются половые различия в длительности фазы укорочения. На протяжении дня меняется и величина амплитуды рефлекса. В первой половине дня она существенно больше у женщин по сравнению с мужчинами.

Результаты данной работы являются серьезным основанием для того, чтобы рекомендовать проведение количественного исследования рефлексов в строго определенное время дня, учитывать пол и возраст исследуемых. Пренебрежение такими особенностями коленного реф-

лекса может стать причиной неточных измерений.

Установленные нами различия в продолжительности и амплитуде фазы рефлекса у мужчин и женщин могут быть обусловлены различными факторами, в том числе наличием различных заболеваний, влияющих на нервную систему.

1. У здоровых людей время коленного рефлекса практически не зависит от пола, продолжительнее, чем у детей (18—25 лет) и женщин (18—25 лет), у женщин (18—25 лет) и мужчин (18—25 лет) в вечернее время (7—9 лет).

2. Время коленного рефлекса у женщин сравнительно больше, чем у мужчин, в утреннее время (7—9 лет) и в вечернее время (7—9 лет).

3. Время коленного рефлекса у мужчин и женщин в утреннее время (7—9 лет) и в вечернее время (7—9 лет) не отличается.

4. Количество повторений коленного рефлекса в течение дня не зависит от пола и времени суток.

G.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE KNEE JERK REFLEX

The original electrocardiogram (ECG) and electromyogram (EMG) were recorded during the periods (latent, contractile, and relaxation) of the knee jerk reflex. It was found that in adults the duration of the latent period and knee jerk amplitude is greater in females than in males. Invert correlation is established between reflex time periods and the amplitude of the reflex.

Medical Institute, Chernovtsy

1. Бабкин П. С. Рефлекс коленного рефлекса.
2. Каменецкая А. Г. Особенности биохимии и физиологии рефлексов. — Невропатология, 1984, № 4, с. 599—610.
3. Коц Я. М. О природе рефлексов. — Невропатология, 1984, № 4, с. 599—610.
4. Мадеев И. И. Графики при исследовании некоторых вопросов невропатологии. — Невропатология, 1984, № 4, с. 599—610.
5. Носов В. Н., Цветкова Л. В. Рефлексы. — Невропатология, 1984, № 4, с. 599—610.
6. Перли П. Д. Рефлексы. — Невропатология, 1984, № 4, с. 599—610.
7. Пеймер И. А., Перли П. Д. Рефлексы. — Невропатология, 1984, № 4, с. 599—610.

лекса может стать причиной ложной интерпретации результатов измерений.

Установленные факты в совокупности с обнаруженными прямыми и обратными корреляционными зависимостями между амплитудой и фазами рефлекса могут иметь практическое значение в клинике нервных болезней, физиологии труда, спорта и в космической медицине.

Выводы

1. У здоровых лиц разного пола и возраста время коленного рефлекса практически одинаково, но у мужчин латентное время рефлекса продолжительнее, а амплитуда меньше, чем у женщин, у мужчин (18—25 лет) латентное время рефлекса больше, чем у мальчиков (7—9 лет), у женщин (18—25 лет) амплитуда рефлекса больше, чем у девочек (7—9 лет).

2. Время коленного рефлекса в течение дня у взрослых мужчин и женщин сравнительно постоянно, но у мужчин к вечеру увеличивается фаза укорочения (разгибания голени) и амплитуда рефлекса, у женщин продолжительность фаз рефлекса в течение дня существенно не меняется. Утром амплитуда рефлекса у женщин больше, чем у мужчин, вечером длительность фазы укорочения (разгибания голени) у мужчин больше, чем у женщин.

3. Время отдельных фаз коленного рефлекса (латентное время, время разгибания) и его амплитуда отражают половые, возрастные и дневные особенности сухожильного рефлекса в большей мере, чем общее время коленного рефлекса.

4. Количественные измерения коленного рефлекса у человека должны включать время его фаз (латентное время, время разгибания и время сгибания голени) и амплитуду и проводиться в строго определенное время дня, с учетом пола и возраста исследуемых.

G. I. Khodorovsky, P. I. Evstratov

QUANTITATIVE ESTIMATION, AGE, SEX AND DIURNAL PECULIARITIES OF THE KNEE JERK

The original electronic device was used to determine duration of knee jerk, its periods (latent, contraction, relaxation) and amplitude with respect to sex, age and diurnal variations in medical students of 18-25 years and in children of 7-9 years. It is found that in adults the latent period is longer than in children, in males the contraction period and knee jerk amplitude increase in the course of the day. Sex differences in the duration of contraction period are observed by the end of the day, and the reflex amplitude is greater in females than in males in the first half of the day. Linear and invert correlation is established between reflex duration, its periods and amplitude and between reflex time periods themselves.

Medical Institute, Chernovtsy

Список литературы

1. Бабкин П. С. Рефлексы и их клиническое значение.— М.: Медгиз, 1973.—162 с.
2. Каменецкая А. Г. Особенности коленного рефлекса у новорожденных детей.— Эволюц. биохимия и физиология, 1969, 5, № 4, с. 405—410.
3. Коц Я. М. О природе сухожильного рефлекса.— Физиология человека, 1976, 2, № 4, с. 599—610.
4. Мадекин И. И. Графическая регистрация латентного периода и объема движения при исследовании некоторых сухожильных рефлексов человека.— В кн.: Актуальные вопросы невропатологии. Курск, 1970, с. 230—234.
5. Носов В. Н., Цветкова Г. И. О количественной оценке мышечных и надкостничных рефлексов.— Невропатология и психиатрия, 1982, 82, № 4, с. 1163—1165.
6. Перли П. Д. Рефлексы при паркинсонизме.— В кн.: Паркинсонизм (анализ рефлекторно-двигательных расстройств).— Рига: Изд-во АН ЛатвССР, 1956.—218 с.
7. Пеймер И. А., Перли П. Д. К анализу нормальных и патологических вариантов коленного рефлекса. Сообщ. I. Электромиография агонистов и антагонистов при