

УДК 611.779.018.26:616.8-073

## ОЦЕНКА СВЯЗИ МЕЖДУ ПЛОЩАДЬЮ ПОДКОЖНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИИ

© 2015 г. <sup>1</sup>К. М. Маденбай, <sup>2</sup>Ж. С. Шалхарова, <sup>1</sup>Ж. Н. Шалхарова, <sup>1</sup>М. Б. Жунисова, <sup>1</sup>К. Ж. Садыкова, <sup>1</sup>Г. О. Нускабаева, <sup>1,3,4</sup>А. М. Гржибовский

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, г. Туркестан, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский медицинский университет непрерывного образования, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Норвежский институт общественного здравоохранения, г. Осло, Норвегия

<sup>4</sup>Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

В данном одномоментном поперечном исследовании изучалась связь электронейромиографических показателей нервной проводимости с толщиной подкожной жировой ткани (ПКЖТ) для ответа на вопрос о необходимости математической коррекции на толщину ПКЖТ при проведении аналитических исследований с использованием электромиографии. Выборочную совокупность составили пациенты прикрепленного контингента поликлиники Международного казахско-турецкого университета имени Х. А. Ясави (n = 570). Периферическая нейропатия определялась при помощи модифицированной шкалы нейропатического дисфункционального счета. Площадь ПКЖТ определяли в см<sup>2</sup> по формуле Bonora (1995). Связь между площадью ПКЖТ и регистрируемыми показателями проводимости периферических нервов оценивали с помощью линейного регрессионного анализа, в который показатели амплитуды и скорости проведения импульса вводились по очереди в виде зависимой переменной. Рассчитывали нескорректированные и скорректированные коэффициенты регрессии с 95 % доверительными интервалами (ДИ). Анализ проводили отдельно для лиц с наличием и отсутствием прочих признаков периферической нейропатии. По шкале нейропатического дисфункционального счета признаки периферической нейропатии были выявлены у 11,4 (95 % ДИ: 9,1; 14,3) % обследованных. Результаты мультивариантного линейного регрессионного анализа указывают на наличие статистически значимой обратно пропорциональной связи между амплитудой кривой распространения волн по малоберцовому (n. peroneus), большеберцовому (n. tibialis), икроножному (n. suralis) нерву и площадью ПКЖТ среди лиц как без признаков периферической нейропатии, так и с наличием таковых. Связи между площадью ПКЖТ и показателями скорости проведения волн выявлено не было. Таким образом, в исследованиях, в которых изучаются электронейромиографические показатели, например исследовании нейропатий при диабете или метаболическом синдроме, необходимо обязательно проводить коррекцию на площадь ПКЖТ во избежание получения смещенных результатов.

**Ключевые слова:** нейропатия, электронейромиография, амплитуда, подкожная жировая ткань, конфаундер

## ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SUBCUTANEOUS FAT TISSUE AND RESULTS OF ELECTROMYONEUROGRAPHY

<sup>1</sup>К. М. Madenbay, <sup>2</sup>Zh. S. Shalkarova, <sup>1</sup>Zh. N. Shalkarova, <sup>1</sup>M. B. Zhunissova, <sup>1</sup>K. Zh. Sadykova, <sup>1</sup>G. O. Nuskabayeveva<sup>1, 3, 4</sup> A. M. Grjibovski

<sup>1</sup>International Kazakh - Turkish University, Turkestan, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kazakh Medical University of Continuing Education, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>Norwegian Institute of Public Health, Oslo, Norway

<sup>4</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

In this cross-sectional study we assessed the associations between the amplitude and the velocity of the potential and the volume of subcutaneous fat tissue in order to answer the question on whether the results of electroneuromyography should be adjusted for the volume of subcutaneous fat tissue in analytical studies. The sample consisted of 570 individuals who were covered by the services of the polyclinic of the International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan. Peripheral neuropathy was assessed using a modified Neuropathy Disability Score (NDSm). The volume of the subcutaneous fat tissue was calculated using the formula proposed by Bonora (1995). Associations between the volume of subcutaneous fat tissue and the indices of the electroneuromyography were assessed using multivariable linear regression analyses. Amplitude and velocity of the potential were separately used as dependent variables. Crude and adjusted regression coefficients were calculated with 95 % confidence intervals (CI). Analyses were performed separately for participants with and without other symptoms of peripheral neuropathy. The prevalence of peripheral neuropathy in the sample was 11.4 (95 % CI: 9.1; 14.3) %. We observed inverse and statistically significant associations between the volume of subcutaneous fat tissue and the amplitude of the potential in n. peroneus, n. tibialis and n. suralis among the individuals with and without other signs of peripheral neuropathy. However, we did not observe independent associations between the velocity of the electric wave and the volume of subcutaneous fat tissue. The results of our study demonstrate the need in additional adjustment for the volume of subcutaneous fat tissue in studies in studies with the use of electroneuromyography for example is studies on neuropathy among patients with Type II diabetes mellitus or metabolic syndrome to control for the confounding effect of the former.

**Keywords:** neuropathy, electroneuromyography, amplitude, subcutaneous fat tissue, confounder

### Библиографическая ссылка:

Маденбай К. М., Шалхарова Ж. С., Шалхарова Ж. Н., Жунисова М. Б., Садыкова К. Ж., Нускабаева Г. О., Гржибовский А. М. Оценка связи между площадью подкожной жировой ткани и показателями электронейромиографии // Экология человека. 2015. № 7. С. 58–64.

Madenbay K. M., Shalkarova Zh. S., Shalkarova Zh. N., Zhunissova M. B., Sadykova K. Zh., Nuskabayeveva G. O., Grjibovski A. M. Assessment of the Relationship Between Subcutaneous Fat Tissue and Results of Electromyoneurography. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 7, pp. 58-64.

Одним из наиболее часто встречающихся видов нейропатий является хроническая сенсомоторная нейропатия. Ранее считалось, что периферическая нейропатия является осложнением сахарного диабета [15], однако исследования последних лет показали, что нарушение функций периферических нервов обнаруживаются задолго до установления диагноза сахарного диабета [16]. В настоящее время особое значение уделяется выявлению периферической нейропатии у лиц с начальными признаками нарушений углеводного обмена. Распространенность нейропатии в генеральной совокупности лиц с предиабетом занимает промежуточное положение между распространенностью ее у лиц с установленным диагнозом сахарного диабета и распространенностью у лиц без нарушений углеводного обмена [16], что требует более глубокого изучения ранних механизмов развития нейропатии.

Однако большинство исследований, посвященных периферической сенсомоторной нейропатии, по-прежнему проводятся среди лиц, страдающих сахарным диабетом [14]. Это обстоятельство, возможно, связано с тем, что, как отмечено выше, нарушение функций периферических нервов ранее рассматривали как осложнение сахарного диабета [12]. По данным W. H. Nerman с соавт. [10], среди страдающих сахарным диабетом 1 типа лиц периферическая нейропатия составляет 30 % от общего количества обследованных. В исследовании S. G. Vguse с соавт. [7] было установлено, что нейропатия постепенно развивается по мере перехода от нормогликемии к гипергликемии и далее к сахарному диабету. Так, в группе здоровых лиц нейропатию обнаружили в 5 % случаев, среди лиц с впервые установленной нарушенной толерантностью к глюкозе — в 8 % случаев, а в группе с уже установленным диагнозом сахарного диабета периферическая нейропатия составила 15 % [7].

Таким образом, очень важно раннее выявление и адекватное лечение периферической нейропатии на начальном этапе заболевания по ряду причин: 1) повреждение периферических нервов может встречаться у лиц без сахарного диабета, но уже имеющих метаболические нарушения; 2) вовремя начатое лечение может предупредить развитие диабетической стопы и других частых осложнений; 3) около половины случаев диабетической полинейропатии протекают бессимптомно, что ограничивает диагностические возможности без тщательного комплексного обследования пациента [4].

В комплекс таких обследований входит исследование проводимости периферических нервов.

Исследования проводимости нерва широко используются для того, чтобы предоставить клиницистам и исследователям информацию о состоянии периферических нервов. Несмотря на то, что электронейромиография является нейрофизиологическим исследованием, результаты нервной проводимости коррелируют с гистологическими и ультрасонографическими данными [16].

Однако регистрация электромиографических показателей во многих исследованиях проводится без

коррекции на толщину подкожной жировой ткани, что может приводить к смещению результатов и искажению изучаемых связей в аналитических исследованиях. Потенциал конфаундинг-эффекта данного фактора для аналитических исследований недостаточно изучен, что позволяет относить результаты исследований проводимости периферических нервов, где используются результаты миографии без коррекции на толщину подкожной жировой ткани, сомнительными. В целом в предыдущих исследованиях установлено, что объем жировой ткани коррелирует с моторной и сенсорной функцией периферических нервов и мышечной деятельностью. Например, в исследовании K. Tawata с соавт. [15] установлена связь между абдоминальным ожирением и периферической нейропатией, а увеличенный объем межмышечной жировой ткани икр коррелирует с низким уровнем мышечной деятельности [5, 14].

Однако литературных данных о связи показателей проводимости периферических нервов, получаемых с помощью электронейромиографии, с толщиной подкожно-жировой ткани в зависимости от наличия других признаков нейропатии, обнаружено не было. В данном исследовании изучалась связь электронейромиографических показателей нервной проводимости с толщиной подкожно-жировой ткани среди лиц как с отсутствием, так и с наличием прочих признаков нейропатии для ответа на вопрос о необходимости математической коррекции на толщину подкожной жировой ткани при проведении аналитических исследований с использованием электромиографии.

### Методы

Тип исследования — одномоментное поперечное аналитическое. Данная работа является частью крупного исследования, направленного на изучение метаболического синдрома и его детерминант в условиях неблагоприятной социально-экологической ситуации в Южном Казахстане.

Выборочную совокупность составили пациенты прикрепленного контингента поликлиники Международного казахско-турецкого университета имени Х. А. Ясави. В исследование не включались лица с острыми состояниями, требующими неотложной помощи, и хроническими тяжелыми декомпенсированными состояниями (хроническая сердечная недостаточность III, IV степени, хроническая дыхательная недостаточность III степени, хроническая почечная недостаточность II, III степени, хроническая печеночная недостаточность), дети и беременные женщины. Процесс создания выборки и исключения участников из исследования представлен на рисунке.

Антропометрические исследования включали измерение длины и массы тела, окружности талии обследуемого. Массу тела измеряли на стандартизованных выверенных рычажных медицинских весах. Масса тела считывалась с точностью до 0,1 кг и заносилась в анкету в килограммах (кг). Длина тела измерялась без обуви, верхней одежды при помощи стандартного ростомера. Результат считывался с



Процедура создания выборки

точно до 1 см и заносился в анкету в метрах (м) для дальнейших расчетов индекса массы тела. Измерения окружности талии проводились мягкой сантиметровой лентой, результаты оценивались в сантиметрах (см). Окружность талии измеряли на середине между последними ребрами и верхней частью таза по верхнему переднему гребню подвздошной кости (приблизительно на уровне пупка). Абдоминальное ожирение оценивалось на основании критериев Международной диабетической федерации пересмотра 2005 года (IDF-2005) — окружность талии более 94 см у мужчин и 80 см у женщин.

Артериальное давление (АД) измеряли при помощи неавтоматического сфигмоманометра с обязательным соблюдением необходимых требований для правильной регистрации АД. По результатам двух измерений с промежутком в 5 минут определялось среднее АД. При повышении АД выше 140/90 мм рт. ст. регистрировалась артериальная гипертензия (АГ). Наличие АГ признавалось также в случае нормальных показателей АД, но при наличии АГ в анамнезе и указаниях о приеме антигипертензивных средств.

Забор проб крови на лабораторные анализы проводился у всех больных из локтевой вены после 12-часового голодания. Все лабораторные исследования осуществлялись в лаборатории клиники Международного казахско-турецкого университета имени Х. А. Ясави с обязательным внешним и внутренним контролем.

Биохимические исследования показателей липидного спектра крови включали определение общего холестерина, триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) стандартными энзиматическими методами на биохимическом анализаторе Cobas Integra-400 фирмы Roche (Германия). Результаты оценивали в ммоль/л. Гипертриглицеридемия признавалась при повышении уровня ТГ  $\geq 1,7$  ммоль/л. Гипоальфахолестеринемия оценивалась по рекомендованным критериям IDF-2005 как ХС ЛПВП менее 1,03 ммоль/л у мужчин и 1,29 ммоль/л у женщин.

Глюкоза крови натощак определялась после 12-часового голодания забором капиллярной крови из пальца экспресс-методом при помощи откалиброванного на плазму венозной крови глюкометра Optium Xceed фирмы MEITER (Великобритания). Поспрандиальная

глюкоза крови определялась через 2 часа после стандартизованного завтрака (150 г хлеба грубого помола, 20 г сливочного масла и 150 мл чая с сахаром — 10 г) забором капиллярной крови из пальца экспресс-методом при помощи откалиброванного на плазму венозной крови глюкометра. Результаты оценивались в ммоль/л. Обязательным условием применения глюкометра являлась предварительная его калибровка и осуществление контроля биохимических исследований.

Метаболический синдром диагностировался по критериям IDF-2005 на основании вышеперечисленных показателей [13].

Периферическая нейропатия определялась при помощи модифицированной шкалы нейропатического дисфункционального счета (NDSm) [3]. По NDSm периферическая нейропатия диагностировалась у лиц с суммарным баллом 2 и более. Для интервальной оценки распространенности периферической нейропатии рассчитывали 95 % доверительные интервалы (ДИ) с помощью метода Уилсона.

Для изучения проводимости периферических нервов проведена электронейромиография при помощи электронейромиографа Нейро-ЭМГ-Микро производства ООО «Нейрософт» [2]. Обследование проводилось в положении пациента лежа на спине с изучением амплитуды кривой и скорости распространения волны по малоберцовому (n. peroneus), большеберцовому (n. tibialis) и икроножному (n. suralis) нервам [1].

Площадь подкожной жировой ткани (ПКЖТ) определяли в см<sup>2</sup> по формуле E. Vonora (1995) [6]. Для расчета использовались следующие показатели: пол, объем талии, возраст, индекс массы тела (ИМТ) и объем бедер (ОБ).

Площадь ПКЖТ для мужчин =  $(5,51 \times (\text{ОБ в см})) + (9,37 \times (\text{ИМТ в кг/м}^2)) - 621$ . Площадь ПКЖТ для женщин =  $(2,26 \times (\text{возраст в годах})) + (24,5 \times (\text{ИМТ в кг/м}^2)) - 332,9$ .

Проверка нормальности распределения производилась с помощью описательной статистики, квантильных диаграмм, гистограмм и с помощью критериев Колмогорова — Смирнова и Шапиро — Уилка.

Связь между площадью ПКЖТ и регистрируемыми показателями проводимости периферических нервов оценивали с помощью линейного регрессионного анализа, в который показатели амплитуды и скорости проведения импульса вводились по очереди в виде зависимой переменной. В качестве основной независимой переменной вводился показатель площади ПКЖТ, затем проводили коррекцию на основные конфаундеры — наличие метаболического синдрома и возраст. Рассчитывали нескорректированные (нβ) и скорректированные (сβ) коэффициенты регрессии с 95 % ДИ. Анализ проводили отдельно для лиц с наличием и отсутствием прочих признаков периферической нейропатии.

Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался за 0,05. Анализ данных проводили с помощью пакета статистических программ SPSS 20 (SPSS Inc, Chicago, IL).

**Результаты**

По шкале нейропатического дисфункционального счета признаки периферической нейропатии были выявлены у 11,4 (95 % ДИ: 9,1; 14,3) % обследованных. Социально-демографические характеристики выборки и распределение распространенности периферической нейропатии по различным категориям исследуемых представлены в табл. 1, в которой особенно явно выделяется выраженная прямо пропорциональная связь между распространенностью нейропатии и возрастом.

Средние арифметические и стандартные отклонения для амплитуды и скорости проведения импульса для каждого из трех нервов представлены в табл. 2.

Результаты бивариантного линейного регрессионного анализа указывают на наличие статистически значимой обратной пропорциональной связи между амплитудой кривой и скоростью распространения волн по малоберцовому (n. peroneus), большеберцовому (n. tibialis), икроножному (n. suralis) нерву и площадью ПКЖТ среди участников исследования без признаков периферической нейропатии (табл. 3).

После проведения процедуры математической коррекции на метаболический синдром и возраст эта связь сохранялась лишь для показателей амплитуды кривых распространения волн по всем трем вышеуказанным нервам, а связь с показателями скорости поведения волн уменьшилась до статистически незначимых значений (см. табл. 3).

У лиц с признаками периферической нейропатии также была выявлена выраженная и статистически значимая обратная пропорциональная связь между площадью ПКЖТ и амплитудой кривой распространения волн по всем трем изучаемым нервам как до,

Таблица 1

**Социально-демографические характеристики и распространенность периферической нейропатии в выборочной совокупности**

Признак	п (%)	Распространенность периферической нейропатии п (%)	95 % ДИ	p*
Возраст, годы				<0,001
<30	83 (14,6)	0 (0)	0,0; 4,0	
30–39	138 (24,2)	5 (3,6)	1,6; 8,2	
40–49	134 (23,5)	16 (11,9)	7,5; 18,5	
50–59	149 (26,1)	26 (17,4)	12,2; 24,3	
60+	66 (11,6)	18 (27,3)	18,0; 39,0	
Пол				0,123
мужчины	140 (24,6)	21(15,0)	10,0; 21,8	
женщины	430 (75,4)	44(10,2)	7,7; 13,5	
Этническая принадлежность				0,402
казахи	519 (91,1)	61 (11,8)	9,3; 14,8	
другие	51 (8,9)	4 (7,8)	3,1; 18,5	
Образование				0,001
высшее	342 (60,0)	27 (7,9)	5,5; 11,2	
ниже высшего	228 (40,0)	38 (16,7)	12,4; 22,0	
Семейное положение				0,071
состоит в браке	451 (79,1)	57 (12,6)	9,9; 16,0	
не состоит в браке	119 (20,9)	8 (6,7)	3,4; 12,7	

Примечание. \* – рассчитано с помощью критерия хи-квадрат Пирсона.

Таблица 2

**Средние значения (M) и стандартные отклонения (SD) показателей электронейромиографии – амплитуды (AM) и скорости проведения волн (СПВМ)**

Показатель	п (%)	AM n.peroneus, мВ	AM n.tibialis, мВ	AM n.suralis, мВ	СПВМ n.peroneus, м/с	СПВМ n.tibialis, м/с	СПВМ n.suralis, м/с
Возраст, годы							
<30	83 (14,6)	4,31 (1,84)	9,23 (3,62)	8,32 (4,15)	51,69 (7,09)	49,72 (6,00)	55,49 (6,77)
30–39	138 (24,2)	3,91 (1,94)	8,90 (4,49)	7,35 (4,17)	50,48 (5,27)	48,20 (6,18)	56,28 (6,73)
40–49	134 (23,5)	3,27 (1,73)	7,22 (2,54)	5,72 (3,89)	48,34 (4,97)	47,71 (6,56)	55,04 (9,10)
50–59	149 (26,1)	3,09 (1,58)	6,52 (3,04)	4,77 (3,83)	47,32 (5,07)	46,13 (6,09)	53,41 (8,22)
60+	66 (11,6)	3,06 (1,35)	5,50 (3,09)	3,72 (3,13)	46,01 (6,04)	44,86 (5,24)	53,87 (9,45)
Пол							
мужчины	140 (24,6)	3,96 (1,91)	7,95 (3,17)	6,24 (3,45)	47,63 (5,04)	46,51 (6,44)	54,47 (7,27)
женщины	430 (75,4)	3,36 (1,71)	7,40 (3,80)	5,94 (4,38)	49,19 (6,02)	47,66 (6,20)	54,96 (8,38)
Национальность							
казахи	519 (91,1)	3,50 (1,78)	7,48 (3,65)	5,93 (4,01)	48,84 (5,94)	47,41 (6,27)	54,65 (8,17)
прочие	51 (8,9)	3,55 (1,83)	8,16 (3,66)	6,85 (5,52)	48,45 (4,54)	47,12 (6,38)	56,78 (7,40)
Образование							
высшее	342 (60,0)	3,63 (1,85)	7,89 (3,29)	6,82 (4,09)	49,36 (5,91)	48,39 (6,25)	55,28 (7,94)
ниже высшего	228 (40,0)	3,31 (1,65)	7,00 (4,10)	4,80 (3,99)	47,98 (5,62)	45,87 (6,02)	54,18 (8,35)
Семейное положение							
в брак	451 (79,1)	3,45 (1,81)	7,53 (3,65)	5,98 (4,22)	48,42 (5,68)	47,16 (5,99)	54,95 (8,16)
не в браке	119 (20,9)	3,70 (1,67)	7,56 (3,69)	6,14 (4,00)	50,27 (6,18)	48,23 (7,23)	54,45 (7,99)

Таблица 3

**Влияние подкожной жировой ткани на проводимость периферических нервов у лиц без признаков периферической нейропатии**

Показатель	Нескорректированный коэффициент регрессии $\beta$ (95 % ДИ)	P	Скорректированный коэффициент регрессии на			
			метаболический синдром $\beta$ (95 % ДИ)	P	метаболический синдром и возраст $\beta$ (95 % ДИ)	P
Амплитуда кривой распространения волн по n. peroneus, мВ	-0,003 (-0,004; -0,002)	<0,001	-0,003 (-0,004; -0,002)	<0,001	-0,002 (-0,003; -0,001)	<0,001
Амплитуда кривой распространения волн по n.tibialis, мВ	-0,007 (-0,008; -0,005)	<0,001	-0,006 (-0,008; -0,004)	<0,001	-0,004 (-0,006; -0,003)	<0,001
Амплитуда кривой распространения волн по n.suralis, мВ	-0,007 (-0,009; -0,005)	<0,001	-0,007 (-0,009; -0,004)	<0,001	-0,005 (-0,007; -0,003)	<0,001
Скорость распространения волн по n. peroneus, м/с	-0,003 (-0,006; 0,000)	0,021	-0,002 (-0,005; 0,001)	0,173	-0,001 (-0,002; 0,003)	0,639
Скорость распространения волн по n.tibialis, м/с	-0,004 (-0,007; -0,001)	0,020	-0,002 (-0,006; 0,001)	0,125	0,000 (-0,003; 0,003)	0,889
Скорость распространения волн по n.suralis, м/с	-0,005 (-0,009; -0,001)	0,014	-0,003 (-0,007; 0,001)	0,140	-0,002 (-0,007; 0,002)	0,294

Таблица 4

**Влияние подкожной жировой ткани на проводимость периферических нервов у лиц с признаками периферической нейропатии**

Показатель	Нескорректированный коэффициент регрессии $\beta$ (95 % ДИ)	P	Скорректированный коэффициент регрессии на			
			метаболический синдром $\beta$ (95 % ДИ)	P	метаболический синдром и возраст $\beta$ (95 % ДИ)	P
Амплитуда кривой распространения волн по n. peroneus, мВ	-0,004 (-0,006; -0,001)	0,001	-0,003 (-0,005; -0,001)	0,012	-0,002 (-0,004; 0,000)	0,043
амплитуда кривой распространения волн по n.tibialis, мВ	-0,009 (-0,013; -0,006)	<0,001	-0,008 (-0,012; -0,005)	<0,001	-0,008 (-0,012; -0,004)	<0,001
Амплитуда кривой распространения волн по n.suralis, мВ	-0,009 (-0,013; -0,006)	<0,001	-0,008 (-0,011; -0,005)	<0,001	-0,008 (-0,011; -0,004)	<0,001
Скорость распространения волн по n. peroneus, м/с	-0,010 (-0,021; 0,000)	0,060	-0,008 (-0,019; 0,004)	0,179	-0,006 (-0,017; 0,006)	0,307
Скорость распространения волн по n.tibialis, м/с	-0,007 (-0,015; 0,000)	0,063	-0,006 (-0,014; 0,002)	0,167	-0,005 (-0,014; 0,003)	0,206
Скорость распространения волн по n.suralis, м/с	-0,006 (-0,017; 0,004)	0,229	-0,001 (-0,012; 0,009)	0,777	-0,002 (-0,012; 0,009)	0,773

так и после коррекции на метаболический синдром и возраст участников исследования. Статистически значимых связей между площадью ПКЖТ и скоростью распространения волны выявлено не было ни в бивариантном, ни в мультивариантном анализе (табл. 4).

**Обсуждение результатов**

Данное исследование является первым исследованием в Казахстане, в котором изучалась связь между площадью ПКЖТ и проводимостью периферических нервов у лиц как с признаками периферической нейропатии, так и без них. Необходимость исследования возникла при изучении литературы по тематике изучения нейропатий у лиц с сахарным диабетом и/или метаболическим синдромом, однако лишь в небольшом числе зарубежных работ проводилась коррекция на толщину ПКЖТ, которая из теоретических соображений может являться важным потенциальным конфаундером в подобных исследованиях. Наши результаты показывают, что выявленная обратно пропорциональная связь между толщиной ПКЖТ и амплитудой волны может приводить к получению заниженных показателей абсолютных значений амплитуды и смещенных показателей связи между изучаемыми факторами и амплитудой волны, то есть к искажению связей при исследовании нейропатий.

Ранее проводились исследования, в ходе которых изучалась связь межмышечной жировой ткани мышц икр и таких показателей мышечной функции, как сила мышц, мышечная деятельность, физическая активность [8, 9, 11]. В исследовании T. N. Hilton с соавт. объем межмышечной жировой ткани был в два раза больше у лиц с ожирением, сахарным диабетом и периферической нейропатией по сравнению со здоровыми лицами. В упомянутых работах указывается, что межмышечная жировая ткань может быть потенциальным объектом медицинских вмешательств для того, чтобы облегчать течение повреждений, связанных с диабетом и периферической нейропатией. По этим данным можно лишь предположить взаимосвязь переменных, но не как причину развития периферической нейропатии. Следует отметить, что в вышеперечисленных исследованиях состояние периферических нервов не учитывалось, оценивалась лишь функция нижних конечностей на основании мышечной силы и деятельности. Также в предыдущих исследованиях измерялся и оценивался объем жировой ткани непосредственно на нижних конечностях, хотя не исключено влияние жировой массы во всем организме. Функция проводимости периферических нервов оценивается на основании данных нейрофизиологических исследований, в част-

ности электронейромиографии, во время которых обследование производится непосредственно на коже, полученные данные обрабатываются компьютером, и выводятся результаты. Однако не учитывается толщина ПКЖТ, которая, возможно, оказывает влияние как конфаундер.

Многие исследования требуют разъяснений в отношении роли межмышечной жировой ткани в данных процессах. Кроме того, результаты ранее проведенных исследований привели к задаче изучения связи между ПКЖТ и проводимостью периферических нервов.

В данной работе имеет место влияние площади ПКЖТ на проводимость периферических моторных и сенсорных нервов нижних конечностей как в группе лиц без признаков периферической нейропатии, так и в группе лиц с периферической нейропатией. Необходимо отметить, что ввиду отсутствия аналогичных исследований в международной литературе сравнение наших результатов с материалами других исследований затруднительно, однако наши результаты следует интерпретировать с осторожностью, принимая во внимание достоинства и недостатки исследования.

К основным достоинствам исследования можно отнести достаточно большой размер выборки, который позволяет с использованием выбранного многомерного метода анализа обнаружить даже небольшие статистически значимые различия. Кроме того, данная работа являлась частью более крупного исследования с использованием стандартных валидированных методик и предварительной подготовкой персонала, участвовавшего в сборе данных, что снижает вероятность случайных ошибок, вызванных «человеческим фактором».

К недостаткам исследования можно отнести ограниченную генерализуемость результатов, так как в него вошли только люди, приписанные к университетской поликлинике, то есть данная выборка в целом представляет собой более привилегированную часть населения Южного Казахстана по сравнению с генеральной совокупностью. Однако логично предположить, что связь между толщиной ПКЖТ и проводимостью периферических нервов не отличается у лиц, представляющих различные социальные слои населения. Дополнительная коррекция полученных результатов на социальные факторы не привела к значительному изменению коэффициентов, поэтому результаты могут быть экстраполированы и на другие совокупности.

Основным выводом из настоящего исследования является обоснование необходимости применения коррекции на толщину подкожной жировой ткани с помощью многомерных методов анализа данных при изучении электромиографических показателей у лиц с метаболическим синдромом, сахарным диабетом 2 типа, абдоминальным ожирением и прочими состояниями, для которых толщина подкожной жировой ткани будет являться значимым конфаундинг-фактором.

#### Список литературы

1. *Команцев В. Н.* Методические основы клинической электронейромиографии. СПб., 2006. 350 с.
2. *Николаев С. Г.* Практикум по клинической электронейромиографии. Иваново : ИГМА, 2003. 260 с.
3. *Asad A, Hameed M. A., Khan U. A., Ahmed N., Butt M. U.* Reliability of the neurological scores for assessment of sensorimotor neuropathy in type 2 diabetics // *J. Pak. Med. Assoc.* 2010. Vol. 60 (3). P. 166–170.
4. *Andrew J. M. Boulton, Arthur I. Vinik, Jozeph C. Arezzo, Vera Bril, Eva L. Feldman, Roy Freeman, Rayaz A. Malik, Raelene E. Maser, Jay M. Sosenko, Dan Ziegler.* Diabetic Neuropathies // *Diabetes care.* 2005. Vol. 28 (4). P. 956–962.
5. *Bittel D. C., Bittel A. J., Tuttle L. J., Hastings M. K., Commean P. K., Mueller M. J., Cade W. T., Sinacore D. R.* Adipose tissue content, muscle performance and physical function in obese adults with type 2 diabetes mellitus and peripheral neuropathy // *J. Diabetes Complications.* 2014. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2014.11.003> (accessed 13 November 2014).
6. *Bonora E.* Relationship between regional fat distribution and insulin resistance // *Int. J. Obes.* 2000. Vol. 24 (2). P. S32–D35.
7. *Bruce S. G., Young T. K.* Prevalence and risk factors for neuropathy in a Canadian First Nation community // *Diabetes Care.* 2008. Vol. 31 (9). P. 1837–1841.
8. *Goodpaster B. H., Carlson C. L., Visser M., Kelley D. E., Scherzinger A., Harris T. B., Stamm E., Newman A. B.* Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: the Health ABC Study // *J. Appl. Physiol.* 2001. Vol. 90 (60). P. 2157–2165.
9. *Goodpaster B. H., Thaete F. L., Simoneau J. A., Kelley D. E.* Subcutaneous abdominal fat and thigh muscle composition predict insulin sensitivity independently of visceral fat // *Diabetes.* 1997. Vol. 46 (10). P. 1579–1585.
10. *Herman W. H., Pop-Busui R., Braffett B. H., Martin C. L., Cleary P. A., Albers J. W., Feldman E. L. on behalf of and The DCCT/EDIC Research Group.* Use of the Michigan Neuropathy Screening Instrument as a measure of distal symmetrical peripheral neuropathy in Type 1 diabetes: results from the Diabetes Control and Complications Trial/ Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications // *Diabet Med.* 2012. Vol. 29 (7). P. 937–944.
11. *Hilton T. N., Tuttle L. J., Bohnert K. L., Mueller M. J., Sinacore D. R.* Excessive adipose tissue infiltration in skeletal muscle in individuals with obesity, diabetes mellitus, and peripheral neuropathy: association with performance and function // *Phys. Ther.* 2008. Vol. 88. P. 1336–1344.
12. *Hoffman-Snyder C., Smith B. E., Ross M. A., Hernandez J., Bosch E. P.* Value of the oral glucose tolerance test in the evaluation of chronic idiopathic axonal polyneuropathy // *Arch. Neurol.* 2006. Vol. 63. P. 1075–1079.
13. International Diabetes Federation. Worldwide definition of the metabolic syndrome. Available at: [http://www.idf.org/webdata/docs/IDF\\_Metasyndrome\\_definition.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Metasyndrome_definition.pdf). (accessed 24 August 2014).
14. *Lori J. Tuttle, David R. Sinacore, W. Todd Cade, Michael J. Mueller.* Lower Physical Activity Is Associated With Higher Intermuscular Adipose Tissue in People With Type 2 Diabetes and Peripheral Neuropathy // *Phys. Ther.* 2011. Vol. 91 (6). P. 923–930.
15. *Tayama K., Inukai T., Shimomura Y.* Preperitoneal fat deposition estimated by ultrasonography in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus // *Diabetes Res. Clin. Pract.* 1999. Vol. 43 (1). P. 49–58.

16. Van Veen B. K., Schellens R. L., Stegeman D. F., Schoonhoven R., Gabreels-Festen A. A. Conduction velocity distributions compared to fiber size distributions in normal human sural nerve // *Muscle & Nerve*. 1995. Vol. 18 (10). P. 1121–1127.

#### References

1. Komantsev V. N. *Metodicheskie osnovy klinicheskoi elektroneiromiografii Rukovodstvo dlia vrachei* [Methodical basis of clinical electroneuromyography]. Saint Petersburg, 2006, 350 p.

2. Nikolaev S. G. *Praktikum po klinicheskoi elektroneiromiografii* [Workshop on clinical electromyography]. Ivanovo, 2003, 260 p.

3. Asad A., Hameed M. A., Khan U. A., Ahmed N., Butt M. U. Reliability of the neurological scores for assessment of sensorimotor neuropathy in type 2 diabetics. *J. Pak. Med. Assoc.* 2010, 60 (3), pp. 166-70.

4. Andrew J. M. Boulton, Arthur I. Vinik, Jozeph C. Arezzo, Vera Brill, Eva L. Feldman, Roy Freeman, Rayaz A. Malik, Raelene E. Maser, Jay M. Sosenko, Dan Ziegler. Diabetic Neuropathies. *Diabetes care*. 2005, 28 (4), pp. 956-62.

5. Bittel D. C., Bittel A. J., Tuttle L. J., Hastings M. K., Commeyan P. K., Mueller M. J., Cade W. T., Sinacore D. R. Adipose tissue content, muscle performance and physical function in obese adults with type 2 diabetes mellitus and peripheral neuropathy. *J. Diabetes Complications*. 2014. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2014.11.003> (accessed 13 November 2014).

6. Bonora E. Relationship between regional fat distribution and insulin resistance. *Int. J. Obes.* 2000, 24 (2), pp. S32-S35.

7. Bruce S. G., Young T. K. Prevalence and risk factors for neuropathy in a Canadian First Nation community. *Diabetes Care*. 2008, 31 (9), pp. 1837-41.

8. Goodpaster B. H., Carlson C. L., Visser M., Kelley D. E., Scherzinger A., Harris T. B., Stamm E., Newman A. B. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: the Health ABC Study. *J. Appl. Physiol.* 2001, 90 (60), pp. 2157-65.

9. Goodpaster B. H., Thaete F. L., Simoneau J. A., Kelley D. E. Subcutaneous abdominal fat and thigh muscle composition predict insulin sensitivity independently of visceral fat. *Diabetes*. 1997, 46 (10), pp. 1579-85.

10. Herman W. H., Pop-Busui R., Braffett B. H., Martin C. L., Cleary P. A., Albers J. W., Feldman E. L. on behalf of and The DCCT/EDIC Research Group. Use of the Michigan Neuropathy Screening Instrument as a measure of

distal symmetrical peripheral neuropathy in Type 1 diabetes: results from the Diabetes Control and Complications Trial/ Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications. *Diabet Med*. 2012, 29 (7). pp. 937-44.

11. Hilton T. N., Tuttle L. J., Bohner K. L., Mueller M. J., Sinacore D. R. Excessive adipose tissue infiltration in skeletal muscle in individuals with obesity, diabetes mellitus, and peripheral neuropathy: association with performance and function. *Phys. Ther.* 2008, 88, pp. 1336-44

12. Hoffman-Snyder C., Smith B. E., Ross M. A., Hernandez J., Bosch E. P. Value of the oral glucose tolerance test in the evaluation of chronic idiopathic axonal polyneuropathy. *Arch. Neurol.* 2006, 63, pp. 1075-9.

13. International Diabetes Federation. Worldwide definition of the metabolic syndrome. Available at: [http://www.idf.org/webdata/docs/IDF\\_Metasyndrome\\_definition.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Metasyndrome_definition.pdf). (accessed 24 August 2014).

14. Lori J. Tuttle, David R. Sinacore, W. Todd Cade, Michael J. Mueller. Lower Physical Activity Is Associated With Higher Intermuscular Adipose Tissue in People With Type 2 Diabetes and Peripheral Neuropathy. *Phys. Ther.* 2011, 91 (6), pp. 923-30.

15. Tayama K., Inukai T., Shimomura Y. Preperitoneal fat deposition estimated by ultrasonography in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 1999, 43 (1), pp. 49-58.

16. Van Veen B. K., Schellens R. L., Stegeman D. F., Schoonhoven R., Gabreels-Festen A. A. Conduction velocity distributions compared to fiber size distributions in normal human sural nerve. *Muscle & Nerve*. 1995, 18 (10), pp. 1121-7.

#### Контактная информация:

Гржибовский Андрей Мечиславович – доктор медицины, магистр международного общественного здравоохранения, ст. советник Национального института общественного здравоохранения, г. Осло, Норвегия; директор Архангельской международной школы общественного здоровья, г. Архангельск, Россия; профессор Международного казахско-турецкого университета им. Х. А. Ясави, г. Туркестан, Казахстан

Адрес: Department of International Public Health, Norwegian Institute of Public Health, Post box 4404 Nydalen, 0403 Oslo, Norway.

Тел.: +4745268913 (Норвегия), +79214717053 (Россия), +77471262965 (Казахстан)

E-mail: Andrej.Grjibovski@gmail.com