

Н. А. Фойгт, М. Л. Никонов

*Государственное учреждение "Институт геронтологии
им. Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины", 04114 Киев*

ОЦЕНКА СКРИНИНГОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КИСТЕВОЙ ДИНАМОМЕТРИИ В ФИКСАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

В ходе поперечного исследования 2016–2017 гг. была оценена ассоциация результатов кистевой динамометрии с результатами ряда антропометрических и функциональных тестов у госпитализированных в клинику ИГ НАМН Украины 143 пациентов в возрасте 50 лет и старше. У 110 обследованных была зафиксирована разная степень снижения мышечной силы — динапения ($\leq 27,1$ кг). Выявлены: 1) прямая ассоциация динапении с возрастом ($OR = 1,18$; 95 % $CI = 1,06–1,31$; $P < 0,003$) и толщиной жировой складки ($OR = 7,70$; 95 % $CI = 1,98–29,98$; $P < 0,004$); 2) обратная ассоциация динапении с ростом ($OR = 0,88$; 95 % $CI = 0,77–0,94$; $P < 0,04$), частотой дыхания ($OR = 0,43$; 95 % $CI = 0,22–0,83$; $P < 0,013$) и жизненной емкостью легких ($OR = 0,15$; 95 % $CI = 0,03–0,74$; $P < 0,021$). Выявлена также прямая сопряженность динапении с избыточной массой тела ($\chi^2 = 19,52$; $P < 0,001$) и повышенным артериальным давлением ($\chi^2 = 12,01$; $P < 0,001$). Выводы: синдром динапении достоверно ассоциирован с функциональными нарушениями сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также опорно-двигательного аппарата. В данном контексте кистевая динамометрия является важным тестом для широкомасштабного скрининга таких нарушений на уровне населения.

Ключевые слова: мышечная сила, кистевая динамометрия, динапения, антропометрия, функциональный тест, старение.

Динапения — возрастная потеря мышечной силы, не связанная с неврологическими или мышечными заболеваниями [2]. У пожилых людей

основными последствиями динапении являются ограничение физической работоспособности, повышение риска слабости, падения, госпитализации, инвалидности и смертности. Простота скрининга динапении делает ее исследование актуальным с точки зрения оценки связанных с функциональными нарушениями ожидаемых потерь физической работоспособности среди пожилого населения и средств, необходимых для возмещения этих потерь.

Роль снижения мышечной силы в повышении риска ограничения мобильности и смертности в пожилом возрасте уже давно является объектом научного интереса. Долгое время считалось, что причиной слабости мышц является связанная с возрастом их атрофия. Однако недавние продольные и интервенционные исследования наглядно продемонстрировали, что мышечная атрофия вносит относительно небольшой вклад в потерю мышечной силы [4]. Несмотря на наличие данных такого рода, большинство научных исследований продолжает фокусироваться на определении размеров скелетных мышц в ущерб оценке их силы. В 2008 г. для определения связанной с возрастом потери мышечной силы Б. Кларком и Т. Манини был предложен термин "динапения" (от греч. δύναμις — сила и др.-греч. πείρα — бедность, недостаток), означающего "потеря силы" [1].

Среди причин динапении называются факторы неврологического порядка (морфометрические изменения в моторной коре при нормальном старении [6]; потеря с возрастом до 45 % общей длины миелиновых волокон [8] и др.), снижающие скорость и качество нервного импульса, передаваемого в мышцу; а также отдельные нарушения мускульных механизмов (атрофия мышечных волокон 2-го типа [7]; изменение метаболизма мышечных белков и жиров [4] и др.).

Неисследованные проблемы. Основной исследовательской проблемой в борьбе с динапенией как опасным фактором риска в пожилом возрасте остается поиск способов профилирования населения по физической работоспособности. В этом контексте выявление связи динапении со скрининг-доступными антропометрическими и функциональными показателями представляется весьма актуальным.

Цель исследования — определить связь мышечной силы с наиболее скрининг-доступными антропометрическими и функциональными показателями у лиц пожилого возраста.

Обследуемые и методы. В 2016–2017 гг. было проведено поперечное исследование антропометрических и функциональных показателей у 143 лиц в возрасте 50–85 лет — посетителей поликлиники и пациентов клиники Института геронтологии НАМН Украины. В процессе обследования антропометрических показателей измеряли рост (м), массу тела (кг), индекс массы тела, который рассчитывали по формуле $ИМТ = \text{масса тела} / \text{рост}^2$; толщину подкожной жировой клетчатки по толщине складки кожи вместе с подкожно-жировой клетчаткой в средней части плеча (см). В соответствии с критериями ВОЗ, выборка была подразделена на 2 группы: 1) лица с нормальной массой тела ($ИМТ < 25 \text{ кг/м}^2$) и 2) лица с избыточной массой тела и ожирением ($ИМТ \geq 25 \text{ кг/м}^2$).

Из функциональных показателей измеряли жизненную емкость легких (см^3) (замеры осуществлялись спирометром, из трех замеров рассчитывалось среднее значение) и частоту дыхания (мин^{-1}). Измерение кровяного давления (мм рт. ст.) осуществлялось с использованием механического тонометра *AGI-30*. По уровню систолического артериального давления (САД) выборка была подразделена на 2 группы: 1) лица с нормальным и субнормальным САД (<140 мм рт. ст.) и 2) лица с повышенным САД (≥ 140 мм рт. ст.).

Мышечную силу (МС, кг) определяли пружинным механическим кистевым динамометром ДК-50 в положении стоя с вытянутой вперед рукой с динамометром. Предлагалась 1 попытка для каждой руки. По результатам полученных замеров изучаемая выборка была подразделена на 3 группы: за нормальную мышечную силу было принято ее значение выше среднего по выборке ($\text{МС} > 27,1$ кг). Пониженная мышечная сила определялась по ее значению от среднего значения на 1 стандартное отклонение ниже среднего показателя по выборке ($27,1 \geq \text{МС} > 17,5$ кг), а низкая мышечная сила (динапения) представляла собой ее величину на 1 и более стандартных отклонений ниже среднего значения для выборки ($\text{МС} < 17,5$ кг).

Статистический анализ. Проведено сравнение характеристик обследованных по статусу динапении и ряду антропометрических и функциональных показателей с применением *t*-критерия Стьюдента и однофакторного дисперсионного анализа для непрерывных переменных и хи-квадрат теста для категориальных переменных. Значимость межгрупповых различий принята $P < 0,05$. При моделировании распространенности скорректированного по возрасту статуса динапении в многопараметрической модели был использован метод логистической регрессии с оценкой отношения шансов (*OR* — *odds ratio*) с 95 % доверительным интервалом (*CI* — *confidence interval*). Также рассчитаны *OR* для присутствия динапении при изменении статуса избыточного веса и повышенного артериального давления. Ввиду относительной малочисленности выборки значение двухстороннего $P < 0,1$ считалось статистически значимым.

Результаты и их обсуждение. Основные статистические характеристики случайной выборки из 143 обследованных в возрасте не моложе 50 лет с разной МС представлены в табл. 1.

Согласно значениям квантиля распределения Фишера для критерия Левене (*F*) в табл. 1, значения анализируемых показателей 3-х групп обследованных являются нормально распределенными и достоверно гомогенными.

Как показано в таблице 2, значения всех антропометрических и функциональных показателей лиц с динапенией (группа 3) достоверно отличаются от таковых для лиц с нормальной мышечной силой (группа 1). В то же время между группами 1 и 2 (лица с пониженной мышечной силой) статистически не подтверждаются различия по росту, частоте дыхания и жизненной емкости легких, а между группами 2 и 3 нет различий по возрасту, массе тела, САД и частоте дыхания.

Таблица 1

Статистические характеристики обследованных лиц с разной мышечной силой, $M \pm \sigma$

Показатель	Мышечная сила		Динапения (3 группа, $n = 67$)	F	P
	нормальная (1 группа, $n = 33$)	пониженная (2 группа, $n = 43$)			
Мышечная сила, кг	37,3 ± 9,5	28,9 ± 6,2	17,2 ± 6,2	41,7	<0,001
Возраст, лет	43,5 ± 17,6	60,3 ± 14,0	62,6 ± 11,7	14,8	<0,001
Рост, см	170,5 ± 8,8	167,1 ± 8,3	163,0 ± 7,2	7,0	<0,001
Масса тела, кг	65,4 ± 13,2	75,6 ± 17,3	81,3 ± 16,1	7,5	<0,001
Толщина жировой складки, см	2,7 ± 1,1	4,0 ± 1,6	5,0 ± 2,3	10,9	<0,001
Индекс массы тела, кг/м ²	22,4 ± 3,9	26,9 ± 4,6	30,6 ± 5,9	19,2	<0,001
САД, мм рт. ст.	118,9 ± 11,5	131,7 ± 23,9	134,7 ± 16,5	5,7	0,005
Частота дыхания, мин ⁻¹	18,0 ± 2,0	17,2 ± 1,4	16,8 ± 1,7	3,8	0,027
Жизненная емкость легких, л	2,9 ± 0,7	2,7 ± 0,6	2,3 ± 0,6	8,4	<0,001

Таблица 2

Достоверность межгрупповых различий антропометрических и функциональных показателей обследованных лиц с разной мышечной силой (t -тест Стьюдента)

Показатель	Между группами 2 и 1		Между группами 3 и 1		Между группами 3 и 2	
	t	P	t	P	t	P
Мышечная сила, кг	-3,83	<0,001	8,56	<0,001	5,47	<0,001
Возраст, лет	3,81	<0,001	-5,30	<0,001	-0,75	0,454
Рост, см	-1,38	0,174	3,70	<0,001	2,28	0,026
Масса тела, кг	2,30	0,026	-4,03	<0,001	-1,46	0,149
Толщина жировой складки, см	3,13	0,003	-4,34	<0,001	-2,07	0,042
Индекс массы тела, кг/м ²	3,68	<0,001	-5,87	<0,001	-2,86	0,006
САД, мм рт. ст.	2,31	0,025	-4,03	<0,001	-0,64	0,524
Частота дыхания, мин ⁻¹	-1,67	0,101	2,59	0,012	1,06	0,294
Жизненная емкость легких, л	-0,58	0,564	3,55	<0,001	3,26	0,002

Таблица 3 характеризует сопряженность динапении с двумя важнейшими антропометрическими характеристиками, систематически регистрируемыми при массовых обследованиях здоровья населения — индексом массы тела и уровнем САД.

По данным табл. 3, снижение мышечной силы статистически достоверно сопряжено с повышением ИМТ и артериального давления. Как показывают данные табл. 4, в соответствии с антропометрическими показателями шансы распространенности динапении растут с уменьшением роста и увеличением толщины жировой складки. Шансы рас-

пространности динапении растут также с повышением САД. В то же время, снижение таких шансов связано с увеличением частоты дыхания и жизненной емкости легких.

Таблица 3
Сопряженность мышечной силы с индексом массы тела и артериальным давлением, доля обследованных, %

Показатель	Мышечная сила			χ^2	Коэффициент корреляции Спирмена R
	нормальная	пониженная	динапения		
Индекс массы тела					
нормальная масса тела	43,24	35,14	21,62	19,52***	0,45***
избыточная масса тела	10,17	27,12	62,71		
САД					
нормальное	32,35	27,94	39,71	12,01**	0,31**
повышенное	0,00	35,71	64,29		

Примечания: ** — $P < 0,01$, *** — $P < 0,001$.

Таблица 4
Отношения шансов и параметры лог-линейных моделей распространенности динапении по сравнению с лицами с нормальной мышечной силой по отдельным антропометрическим и функциональным показателям

Класс параметров	OR		χ^2 (df)	P
Антропометрия	Рост, см	Толщина жировой складки, см	34,3 (2)	<0,001
	0,91	3,00		
Функциональное состояние органов дыхания	Частота дыхания, мин ⁻¹	Жизненная емкость легких, л	34,1 (4)	<0,001
	0,69	0,64		

На основании результатов моделирования шансов распространенности динапении в зависимости от антропометрических и функциональных показателей были рассчитаны отношения шансов для наиболее значимых предикторов динапении в группах обследованных с пониженной мышечной силой и динапенией (табл. 5). Общими параметрами-предикторами снижения мышечной силы и динапении являются возраст, толщина жировой складки и частота дыхания. Шансы снижения мышечной силы повышаются с возрастом и ростом толщины жировой складки, и снижаются при росте частоты дыхания. В случае пониженной мышечной силы дополнительным предиктором является рост (чем ниже рост, тем больше шансов снижения мышечной силы), а в случае динапении — жизненная емкость легких (чем ниже ЖЕЛ, тем больше шансов динапении).

Данное исследование посвящено изучению связи динапении с антропометрическими и функциональными показателями в пожилом возрасте. В соответствии с полученными результатами из антропометрических параметров наиболее достоверными предикторами снижения

мышечной силы являются возраст, рост и толщина жировой складки, а среди функциональных — частота дыхания и жизненная емкость легких. Снижение мышечной силы с возрастом хорошо изучено и не нуждается в подтверждении. Обратная связь динапении с ростом отчасти опосредована повышением возраста. В пользу такого вывода свидетельствуют ряд когортных и лонгитудинальных исследований изменения роста с возрастом, подтверждающие обратную связь между ними [5]. В качестве причин этого феномена называются генетическая предопределенность снижения роста после определенного возраста, межпоколенные изменения тяжести профессиональной физической нагрузки, изменения в соотношении здорового населения и тех, кто страдает снижающими рост заболеваниями опорно-двигательного аппарата, связанными с техническим прогрессом, и др. Однако, по данным новейших исследований, снижение роста может быть связано и с патологическими нарушениями функционирования дыхательной системы [3]. В этом контексте связь динапении со снижением частоты дыхания и жизненной емкости легких можно отнести не только к возраст-зависимому изменению функционального состояния органов дыхания, но и к связанному с такими изменениями снижению роста.

Таблица 5

Отношения шансов распространенности пониженной мышечной силы и динапении по сравнению с лицами с нормальной мышечной силой по основным антропометрическим и функциональным показателям

Показатель	Лица с пониженной мышечной силой			Лица с динапенией		
	OR	95 % CI	P	OR	95 % CI	P
Возраст, лет	1,18	1,06–1,31	0,003	1,10	1,02–1,20	0,021
Рост, см	0,88	0,77–0,94	0,041	–	–	–
Толщина жировой складки, см	5,50	1,60–18,93	0,008	7,70	1,98–29,98	0,004
Частота дыхания, мин ⁻¹	0,40	0,19–0,83	0,015	0,43	0,22–0,83	0,013
Жизненная емкость легких, л	–	–	–	0,15	0,03–0,74	0,021

Важно отметить, что толщина мышечной складки в данном исследовании является наиболее достоверным индикатором присутствия динапении у лиц пожилого возраста. За последнее десятилетие многочисленные исследования показали, что в процессе старения увеличивается содержание адипоцитов между мышечными группами (межмышечная жировая ткань) и между мышечными пучками (внутримышечная жировая ткань) [10]. Самое раннее из этих исследований показало, что увеличение мышечного жира связано с уменьшением мышечной силы [9], что указывает на потенциальную механистическую связь между увеличением инфильтрации жира в мышечные ткани и мышечной слабостью. Однако более поздние лонгитудинальные исследования не подтверждают прямой связи между увеличением уровня межмышечной жировой ткани и потерей мышечной силы с возрастом [4].

Прямая ассоциация динапении с избыточной массой тела ($\chi^2 = 19,52$; $P < 0,001$) и повышенным САД ($\chi^2 = 12,01$, $P < 0,001$) свидетельствует об опосредованной связи динапении с возраст-зависимыми функциональными изменениями сердечно-сосудистой системы и метаболизма. В этом смысле статус динапении может стать дополнительным индикатором сердечно-сосудистой патологии.

Перспективы дальнейших исследований. В настоящее время в научном сообществе нет единой точки зрения относительно того, как наилучшим образом определить и охарактеризовать саркопению и динапению, что приводит к терминологической и методической путанице в литературе и среди экспертов. Поэтому главной задачей остается упрощение этих определений и характеристик для скорейшего внедрения их в клиническую и здравоохраненческую практику. Важной исследовательской проблемой является создание профиля риска для низкой физической работоспособности (наподобие хорошо известного профиля риска сердечно-сосудистых заболеваний), который, вероятно, должен включать в себя саркопению (определяемую как потерю или низкую мышечную массу), динапению и другие потенциальные факторы, такие, как нарушение статического баланса и др. Каждый фактор имеет свою собственную этиологию и связанные с ним болезни, которые могут быть объектом вмешательства посредством изменений в поведении, питании и рекомендации лекарственных средств. Актуально также идентифицировать биологические механизмы развития динапении и выявить причины их индивидуальной и популяционной дифференциации.

Выводы. Биологические механизмы развития динапении, вероятно, многофакторны и включают нервную и мышечную системы. Клинические последствия динапении весьма опасны, поскольку она увеличивает риск функциональных ограничений, инвалидности и смертности. В этом смысле исследования в области эпидемиологии и физиологии синдрома динапении необходимы как для обеспечения фундаментальных знаний, так и для разработки эффективных мер профилактики и лечения данного синдрома. Кроме того, простота скрининга динапении делает ее исследование актуальным наряду с другими факторами (саркопенией, мышечной выносливостью, статическим балансом и др.) с точки зрения оценки связанных с функциональными нарушениями потерь физической работоспособности среди пожилого населения. Профилирование населения по комплексу названных факторов по образцу факторов риска для сердечно-сосудистых заболеваний могло бы стать ключевым в повышении эффективности программ сохранения физической работоспособности в пожилом возрасте.

Список использованной литературы

1. Clark B. C., Manini T. M. Sarcopenia = / = dynapenia // J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci. — 2008. — 63. — P. 829–834.
2. Clark B. C., Manini T. M. What is dynapenia? // Nutrition. — 2012. — 28, № 5. — P. 495–503.

3. *Costa T. M., Costa F. M., Moreira C. A. et al.* Sarcopenia in COPD: relationship with COPD severity and prognosis // *J. Bras. Pneumol.* — 2015. — **41**, № 5. — P. 415–421.
4. *Delmonico M. J., Harris T. B., Visser M. et al.* Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2009. — **90**. — P. 1579–1585.
5. *Fernihough A., McGovern M. E.* Physical stature decline and the health status of the elderly population in England // *Econ. Hum. Biol.* — 2015. — **16**. — P. 30–44.
6. *Haug H., Eggers R.* Morphometry of the human cortex cerebri and corpus striatum during aging // *Neurobiol. Aging.* — 1991. — **12**. — P. 336–338.
7. *Lee W. S., Cheung W. H., Qin L. et al.* Age-associated decrease of type IIA/B human skeletal muscle fibers. // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2006. — **450**. — P. 231–237.
8. *Marnier L., Nyengaard J. R., Tang Y., Pakkenberg B.* Marked loss of myelinated nerve fibers in the human brain with age // *J. Comp. Neurol.* — 2003. — **462**, № 2. — P. 144–452.
9. *Reid M. B., Lannergren J., Westerblad H.* Respiratory and limb muscle weakness induced by tumor necrosis factor- α : involvement of muscle myofilaments // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* — 2002. — **166**. — P. 479–484.
10. *Song M. Y., Ruts E., Kim J. et al.* Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2004. — **79**. — P. 874–880.

Поступила 20.04.2017

ОЦІНКА СКРИНІНГОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ КИСТЬОВОЇ ДИНАМОМЕТРІЇ У ФІКСАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ ЛІТНЬОГО ВІКУ

Н. А. Фойгт, М. Л. Никонов

Державна установа "Інститут геронтології
ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України", 04114 Київ

У ході поперечного дослідження 2016–2017 рр. була оцінена асоціація результатів кистьової динамометрії з результатами ряду антропометричних і функціональних тестів у 143 пацієнтів віком 50 років і більше, які були госпіталізовані у клініку ІГ НАМН України. У 110 обстежених був зафіксований різний ступінь зниження м'язової сили — дінапенія ($\leq 27,1$ кг). Виявлені: 1) пряма асоціація дінапенії з віком ($OR=1,18$; 95 % $CI=1,06-1,31$; $P < 0,003$) і з товщиною жирової складки ($OR=7,70$; 95 % $CI=1,98-29,98$; $P < 0,004$); 2) зворотна асоціація дінапенії із зростом ($OR=0,88$; 95 % $CI=0,77-0,94$; $P < 0,04$), частотою дихання ($OR=0,43$; 95 % $CI=0,22-0,83$; $P < 0,013$) і життєвою ємністю легенів ($OR=0,15$; 95 % $CI=0,03-0,74$; $P < 0,021$). Виявлена також пряма спряженість дінапенії з надлишковою масою тіла ($\chi^2=19,52$; $P < 0,001$) та підвищеним артеріальним тиском ($\chi^2=12,01$ $P < 0,001$). Висновки: синдром дінапенії вірогідно асоційований з функціональними порушеннями серцево-

судинної, дихальної систем, а також опорно-рухового апарату. У даному контексті кистьова динамометрія є важливим тестом для широкомасштабного скринінга таких порушень на рівні населення.

ESTIMATION OF SCREENING CAPACITIES OF THE HANDGRIP DYNAMOMETRY IN FIXING OF FUNCTIONAL DISORDERS AMONG THE ELDERLY POPULATION

N. A. Foigt, M. L. Nikonov

State institution "D. F. Chebotarev Institute of Gerontology
NAMS Ukraine", 04114 Kyiv

In the course of a cross-section study of 2016–2017 the association of handgrip dynamometry results with the results of some anthropometric and functional tests was evaluated in 143 patients aged 50 years and older who were hospitalized in clinic of the IG NAMS Ukraine. In 110 patients a different degree of decrease in muscle strength — dynapenia (≤ 27.1 kg) was recorded. The direct association of dynapenia with age (OR = 1.18, 95 % CI = 1.06–1.31, $P < 0.003$) and fat fold thickness (OR = 7.70, 95 % CI = 1.98–29.98, $P < 0.004$); the inverse association of dynapenia with height (OR = 0.88, 95 % CI = 0.77–0.94, $P < 0.04$), respiratory rate (OR = 0.43, 95 % CI = 0.22–0.83, $P < 0.013$), and the vital capacity of lungs (OR = 0.15, 95 % CI = 0.03–0.74, $P < 0.021$) were found. A direct contingency of dynapenia with excess weight ($\chi^2 = 19.52$, $P < 0.001$) and increased blood pressure ($\chi^2 = 12.01$, $p < 0.001$) was also revealed. Conclusions: the syndrome of dynapenia is reliably associated with functional disorders of the cardiovascular, respiratory, and the musculoskeletal system. In this context, handgrip dynamometry is suitable for large-scale screening of such disorders at the population level.

Сведения об авторах

Лаборатория демографии старения

Н. А. Фойгт — зав. лаборатории, с.н.с., к.э.н. (yajqun@gmail.com)

М. Д. Никонов — аспирант