

ПРЕДИКТОРЫ ТРАВМЫ И ФАКТОРЫ РИСКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ДИСТАЛЬНОГО СУХОЖИЛИЯ ДВУГЛАВОЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА

Медведчиков А.Е., Анастасиева Е.А., Лукинов В.Л., Кирилова И.А.

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: evgeniya.anastasieva@gmail.com

Повреждения дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча составляют 3% от всех сухожильных травм двуглавой мышцы и встречаются с частотой 1,2–5,4 случая на 100 000 в год. Травмируются мужчины в возрасте от 40 до 50 лет, связанные с физическим трудом, спортом, а также военнослужащие. Повреждения дистального сухожилия при травме двуглавой мышцы плеча являются редкой нозологией. Перечень факторов риска развития данной патологии включает: табакокурение, высокий индекс массы тела (ИМТ), использование анаболических андрогенных стероидов или статинов, наличие гормонотропной терапии в анамнезе или тендинопатии, предшествующей травме. Когорта данного исследования составила 98 пациентов и была разделена на группы хирургического (Ns=38) и консервативного лечения (Nc=20), а также группу нетравмированных пациентов с наличием дегенеративно-дистрофических изменений локтевого сустава (Nh=40), т.е. группу сравнения. Средний возраст исследуемых составил 29–58 лет (43 года). На моделях логистической регрессии повреждений дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча нами были определены факторы риска повреждения сухожилия при реализации первичных предикторов (спорт, физический труд, нетипичные бытовые нагрузки) и структурированы на поведенческие (курение $p=0,045$, ожирение $p=0,736$), генетические (соматотип $p=0,161$), лекарственные (прием кортикостероидов $p=0,020$ и анаболических андрогенных стероидов $p=0,004$), клинические (сужение проксимального радиоульнарного пространства $p<0,001$, контрактура, остеоартроз локтевого сустава, ширина сухожилия >8 мм $p=0,022$, показатели шкал VAS >2 $p=0,019$, ASES <80 $p<0,001$, DASH >30 $p<0,001$ баллов, отек $p<0,001$, травматизация доминантной стороны $p=0,414$). Учет выявленных предикторов травмы и факторов риска повреждения дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча в догоспитальном периоде позволяет расширить представление о группах риска, оптимизировать выбор метода и повысить эффективность результатов лечения редкой нозологической формы.

Ключевые слова: предикторы, травма локтевого сустава, повреждение бицепса плеча, спортивная медицина, дистальное сухожилие, прогнозирование исходов, оценка лечения, лечение, прогноз, выбор тактики лечения.

TRAUMA PREDICTORS AND RISK FACTORS FOR DISTAL BICEPS TENDON RUPTURES

Medvedchikov A.E., Anastasieva E.A., Lukinov V.L., Kyrilova I.A.

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, e-mail: evgeniya.anastasieva@gmail.com

Distal biceps tendon ruptures reach 3% of all biceps tendon injuries with occurrence rate of 1.2–5.4 per 100,000 per year. Men aged 40 to 50, associated with physical labor, sports, as well as military personnel, are injured. Distal tendon rupture in biceps brachii injury is a rare nosology. The list of risk factors for the development of this pathology includes: smoking, high body mass index (BMI), the use of anabolic androgenic steroids or statins, the presence of hormonotropic therapy in anamnesis vitae or tendinopathy prior to injury. The cohort of this study consisted of 98 patients and was divided into groups of surgical (Ns=38) and conservative treatment (Nc=20), as well as a group of non-injured patients with degenerative-dystrophic changes in the elbow joint (Nh=40), i.e. comparison group. The mean age of the subjects was 29–58 years (43 years). Using logistic regression models of the distal biceps brachii tendon injuries the tendon injury risk factors were determined during the implementation of the predictors (sports, physical labor, atypical household loads) and structured into behavioral (smoking $p=0.045$, obesity $p=0.736$), genetic (somatotype $p=0.161$), drugs (taking corticosteroids $p=0.020$ and anabolic androgenic steroids $p=0.004$), clinical (narrowing of PRUJ $p<0.001$, contracture, the elbow joint osteoarthritis, tendon width >8 mm $p=0.022$, VAS >2 $p=0.019$, ASES <80 $p<0.001$, DASH >30 $p<0.001$ points, edema $p=<0.001$, traumatization in the dominant side $p=0.414$). Taking into account the identified injury predictors and risk factors for distal biceps brachii tendon rupture in the prehospital phase allows to expand the understanding of risk groups, to optimize the choice of threatment method and to increase the effectiveness of the results of a rare nosological form treatment.

Keywords: predictors, elbow injury, biceps brachii injury, sports medicine, distal tendon, outcomes prediction, treatment evaluation, treatment, prognosis, choice of treatment tactics.

Конфликт интересов. Авторы статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Повреждения дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча (далее – ДСДМП) составляют 3% от всех сухожильных травм двуглавой мышцы и встречаются с частотой 1,2–5,4 случая на 100 000 в год [1.]. Объединенные общим паратеноном короткая и длинная головки сухожилия повреждаются парциально ($\leq 50\%$ поперечного сечения) и полнослойно, крайне редко встречается авульсионный вариант с кортикальным фрагментом [2., 3.]. Повреждение сухожилия происходит во время спонтанного эксцентрического воздействия сил на согнутый под углом 90 градусов локтевой сустав в момент разгибания и сопровождается мощной мышечной ретракцией [4.]. Отмечается отсутствие распределения типов повреждения по половому признаку, однако абсолютным большинством травмированных являются мужчины с ранжированием возраста от 40 до 50 лет, связанные с физическим трудом, спортом, а также военнослужащие [4.–6.].

В патогенетическом плане данным повреждениям предшествует ряд факторов. Так, например, в момент ротации предплечья из положения супинации к пронации происходит сужение проксимального радиоульнарного пространства (далее – ПРУП) на $\leq 45\%$, что приводит к механическому импиджменту ДСДМП без усилия окружающих мышц, что является причиной повреждения единичных волокон [2., 7.]. Гистопатологические исследования U. Fredberg и K. Stengaard-Pedersen (2008) показывают наличие в культе ДСДМП и лучевой бугристости повышенное содержание протеогликанов (PG), коллагена типа III (СТХ-III), матриксной металлопептидазы-1 и матриксной металлопептидазы-3 (ММ-1, ММ-3), которые указывают на ранее существовавшую тендинопатию. Таким образом, динамическое изменение показателей ПРУП, сложность изометрии и наличие циклических нагрузок способствуют формированию зоны гиповаскуляризации и гипоксигенации тканей ДСДМП, являясь вторичной причиной повреждения сухожильных волокон [8.].

Несмотря на неоднократное изучение факторов риска повреждений ДСДМП, небольшие выборки пациентов и редкость нозологии обуславливают расширение анализируемых показателей и обоснованного определения предикторов. Предикторы в данной работе – это прогностический параметр, который влияет как на диагностический поиск, так и на выбор тактики лечения. Так, табакокурение приводит к 7-кратному увеличению риска дегенеративных повреждений сухожильной ткани в области «анатомического оттиска» лучевой бугристости, в общий перечень также включают высокий индекс массы тела (далее – ИМТ), сахарный диабет (далее – СД), использование анаболических андрогенных стероидов (производные андростана АТХ группа А14АА: Метандиенон, Данабол и иные, эстрена АТХ группа А14АВ), кортикостероидную локальную

терапию, статины (ингибиторы ГМГ-КоА-редуктазы) и предшествующие травме тендинопатии (двуглаво-лучевой бурсит) [4., 9., 10.].

Несмотря на редкость повреждений ДСДМП в популяции трудоспособного населения, они способны существенно повлиять на качество жизни и привести к снижению максимальной силы супинации на 40% (диапазон 26–60%), сгибания на 20% (диапазон 0–40%), пронации 24% и 10% в нейтральном положении [3., 6.]. В связи с этим консервативные методы лечения используются чаще у гериатрического контингента, отличающегося высокой коморбидностью, или среди пациентов с ограниченным запросом на функциональную активность [6.].

Хирургические методы распространены в активных категориях населения с полнослойным вариантом повреждения ДСДМП, сопровождаются отличными функциональными результатами и высоким уровнем субъективной удовлетворенности по шкалам VAS, DASH, ASES [4., 9., Error: Reference source not found]. И все же современные систематические обзоры реинсерции ДСДМП сообщают о частоте 25% в целом и 4,6% серьезных осложнений. К наиболее распространенным осложнениям можно отнести транзиторную нейропатию заднего межкостного нерва (PIN), латерального кожного нерва предплечья (LABCN), повторное повреждение сухожилия и синостозирование ПРУП [2., 7.]. Подробно описаны несколько хирургических доступов: обширного Dobbie или малоинвазивных Boyd-Anderson, anterior «double incision» approach (далее – ADIA). Изучены различные способы реинсерции культи к области «анатомического отпечатка», направленные на снижение контакта с нейровазальными структурами зоны fossa cubitalis [12., 13.]. Однако единых подходов к методу лечения в настоящее время нет.

Накопленные данные полезны для лечения пациентов с повреждениями ДСДМП, и все же существует острый недостаток исследовательских работ, в которых бы определялись предикторы травмы и были структурированы факторы риска повреждения сухожилия при реализации этих предикторов.

Цель исследования: определить предикторы травмы и факторы риска повреждений сухожилия двуглавой мышцы плеча при реализации этих предикторов.

Материалы и методы исследования. В период 2012–2022 гг. на базе ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России было проведено ретроспективное одноцентровое сравнительное когортное исследование 98 историй болезни пациентов, находившихся на амбулаторном и стационарном лечении.

Когорта данного исследования составила 98 пациентов и была разделена на группы хирургического (Ns=38) и консервативного лечения (Nc=20), а также группу нетравмированных пациентов с наличием дегенеративно-дистрофических изменений

локтевого сустава (Nh=40), т.е. группу сравнения. Ранжирование по возрасту составило 29–58 лет (МЕД [Q1;Q3] – 43 [33; 53] года). Критериями включения в исследование являлись все виды повреждений ДСДМП, соответствующие грациям анатомических изменений по классификациям L. Perera (2012) и J. Fuente (2018), возраст >20 и <60 лет, вид травматизма (бытовой, спортивный, производственный), временной интервал с момента травмы (1 год), половая принадлежность (мужчины), метод лечения, осложнения. Критерии невключения: возраст <20 и >60 лет, отсутствие признаков повреждения ДСДМП по вышеуказанным классификациям, эпилепсия и психические расстройства, жизнеугрожающие состояния. Критерии исключения: сердечно-сосудистые заболевания острого периода, септические осложнения мягких тканей локтевого сустава. Ограничениями исследования были редкая патология, контингент исследования, данные одного центра за 10 лет. Все пациенты обращались на прием с жалобами на боль, экхимозы fossa cubitalis, снижение максимальной силы супинации/пронации/сгибания и контрактуру локтевого сустава.

В группах исследования Ns и Nc диагностика и лечение проводились согласно разработанному алгоритму [14.]. Измерения ПРУП, объема повреждения сухожилия и вовлеченности двуглавого апоневроза (lacertus fibrosus), степени жировой дегенерации мышечного брюшка выполнялись методом сравнительной УЗД (волярным и тыльным доступом). Всего было выполнено 58 пациентам 47 (81%) УЗ-исследований: 31 (81%) в группе Ns, 16 (80%) в группе Nc в качестве первичного исследования, а также 38 (100%) пациентам группы Ns и 20 (100%) группы Nc на контрольном осмотре через 6 недель после лечения. МРТ проводилась в 10 случаях (17%) 1,5 Тл, в 5 (20%) клинических случаях группы Nc и у 5 (13%) пациентов группы Ns. Всего было выполнено 98 пациентам 120 рентгенографических исследований: 38 в группе Ns, 40 в группе Nc и 42 в группе сравнения Nh – с целью сравнительного анализа ПРУП, определения наличия дегенеративно-дистрофических изменений локтевого сустава (остеоартроз, гетеротопические оссификаты 3%), выявления ранее перенесенных травм (консолидированные переломы головки, проксимальной трети диафиза локтевой и/или лучевой кости 7%). Антропометрические данные потребовали проведения сравнительной гориометрии, измерения показателей силы (кистевой динамометр ДК-100) и объемов тканей сегмента плечо – предплечье на 3 уровнях.

Консервативное лечение проводилось 20 пациентам при парциальных повреждениях ДСДМП без мышечной ретракции, <20 и >60 лет, интеллектуального труда, с высоким индексом коморбидности CCI (Charlson ≥ 3 баллов), наличием выраженного остеопороза по данным денситометрии (Т-критерий $\geq -2,5$), а также пациентам с длительным приемом кортикостероидов или иной гормональной терапией.

В 38 случаях пациентам с полнослойным повреждением и любой степенью мышечной ретракции потребовалась реинсерция ДСДМП в сочетании открытых и малоинвазивных доступов, способов и видов имплантатов. В 63% случаев оперированным выполнялся анатомический способ реинсерции методом интраканальной фиксации пуговицей (Dobbie, Boyd-Anderson, ADIA), в 37% случаев применялся способ неанатомический (Boyd-Anderson). Послеоперационный период в 38 случаях протекал без септических осложнений. Средний срок госпитализации составил 2,5 койко-дня. Длительность нетрудоспособности у пациентов консервативного лечения (Ns) составила $33,5 \pm 0,5$ дня, в группе хирургического лечения (Nh) – $45,5 \pm 0,71$ дня.

Все 98 пациентов данного исследования оценивались по 21 показателю в трех контрольных точках: однократно до и дважды после проведенного лечения – через 6, 36 месяцев для Ns и Nc. В группе сравнения Nh была соблюдена преемственность. Характеристики исследуемых показателей (ковариаты) были разделены по типам факторов риска повреждений сухожилия ДСДМП при реализации первичного предиктора травмы на поведенческий, генетический, лекарственный, клинический для проведения проверки статистических гипотез (табл. 1) [15.].

Таблица 1

Характеристики показателей (ковариат) в исследуемых группах, послужившие материалом для настоящего исследования

Показатели (ковариаты)	Ns=38	Nc=20	Nh=40	p, коррекция p
Поведенческие				
ИМТ>30, кол-во / % [95% ДИ]**	– 9 / 24% [13%; 39%]	– 2 / 10% [3%; 30%]	– 5 / 12% [5%; 26%]	Nh-Nc: >0.999, >0.999 Nh-Ns: 0.245, 0.736 Nc-Ns: 0.299, 0.736
Курение, кол-во / % [95% ДИ]*	– 13 / 34% [21%; 50%]	– 9 / 45% [26%; 66%]	– 23 / 58% [42%; 71%]	Nh-Nc: 0.418, 0.836 Nh-Ns: 0.045*, 0.134 Nc-Ns: 0.570, 0.836
Лекарственные				
Анабол. стероиды, кол-во / % [95% ДИ]**	– 6 / 16% [7%; 30%]	– 4 / 20% [8%; 42%]	– 7 / 18% [9%; 32%]	Nh-Nc: >0.999, >0.999 Nh-Ns: >0.999, >0.999 Nc-Ns: 0.724, >0.999
Кортикостер. тер., кол-во / % [95% ДИ]*	– 5 / 13% [6%; 27%]	– 7 / 35% [18%; 57%]	– 19 / 48% [33%; 63%]	Nh-Nc: 0.416, 0.416 Nh-Ns: 0.001*, 0.004* Nc-Ns: 0.086, 0.172
Генетические				
Соматотип: Астеник – А* Гиперстеник – Г* Нормостеник – Н*	– А – 3/7.9% Г – 11/28.9% Н – 24/63.2%	– А – 6/30% Г – 7/35% Н – 7/35%	– А – 11/27.5% Г – 16/40% Н – 13/32.5%	– Nh-Nc: >0.999, >0.999 Nh-Ns: 0.018*, 0.054 Nc-Ns: 0.049*, 0.099
Клинические				
Контрактура сустава, кол-во / % [95% ДИ]*	– 38 / 100% [91%; 100]	– 18 / 90% [70%; 97%]	– 18 / 45% [31%; 60%]	Nh-Nc: <0.001*, 0.002* Nh-Ns: <0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.115, 0.115

Тест Ruland, кол-во / % [95% ДИ]*	– 38 / 100% [91%;100]	– 19 / 95% [76%; 99%]	– 11 / 28% [16%; 43%]	Nh-Nc: <0.001*, <0.001* Nh-Ns: <0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.345, 0.345
Тест O'Driscoll, кол-во / % [95% ДИ]*	– 38 / 100% [91%;100]	– 19 / 95% [76%; 99%]	– 2 / 5% [1%; 17%]	Nh-Nc: <0.001*, <0.001* Nh-Ns: <0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.345, 0.345
Гипотрофия мышц, кол-во / % [95% ДИ]*	– 38 / 100% [91%;100]	– 19 / 95% [76%; 99%]	– 27 / 68% [52%; 80%]	Nh-Nc: 0.023*, 0.045* Nh-Ns: <0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.345, 0.345
Отек, кол-во / % [95% ДИ]*	– 38 / 100% [91%; 100]	– 18 / 90% [70%; 97%]	– 22 / 55% [40%; 69%]	Nh-Nc: 0.008*, 0.017* Nh-Ns: <0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.115, 0.115
Возраст, лет МЕД [Q1;Q3] СРЕД±СО (МИН - МАКС)**	41.5 [36;48] 42.55±8.05 (29–58)	44 [38.3; 52] 44±11.06 (23–65)	43 [33; 53] 42.77±12.2 (23–64)	Nh-Nc: 0.677, >0.999 Nh-Ns: 0.992, >0.999 Nc-Ns: 0.567, >0.999 –
Сторона травм. в/к: Л – левая* П – правая* Д – доминантная*	– Л 25/65.8% П 13/34.2% Д 20/52.6%	– Л 7/35% П 13/65% Д 13/65%	– Л 19/47.5% П 21/52.5% –	Nh-Nc: 0.416, 0.416 Nh-Ns: 0.116, 0.233 Nc-Ns: 0.030*, 0.091 Nc - Ns: 0.414 , 0.414
Сужение ПРУП, кол-во / % [95% ДИ]*	– 38 / 100% [91%;100]	– 17 / 85% [64%; 95%]	– 28 / 70% [55%; 82%]	Nh-Nc: 0.343, 0.343 Nh-Ns: <0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.037*, 0.074
Кубартроз, кол-во / % [95% ДИ]**	– 20 / 53% [37%; 68%]	– 13 / 65% [43%; 82%]	– 20 / 50% [35%; 65%]	Nh-Nc: 0.409, >0.999 Nh-Ns: 0.825, >0.999 Nc-Ns: 0.414, >0.999
VAS>2, МЕД [Q1;Q3] СРЕД±СО (МИН - МАКС)*	6 [4.25; 7] 5.74±1.86 (1–9)	7 [6; 8] 6.95±1.54 (3–9)	0 [0; 1.25] 0.82±1.24 (0–4)	Nh-Nc: <0.001*, <0.001* Nh-Ns:<0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.019*, 0.019* –
DASH>30, МЕД [Q1;Q3] СРЕД±СО (МИН - МАКС)*	71 [5;8] 6.37±1.84 (1–9)	86 [7; 8] 7.4±1.76 (2–9)	22 [1; 3] 2.14±1.1 (1–5)	Nh-Nc: <0.001*, <0.001* Nh-Ns:<0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.012*, 0.012* –
ASES<80, МЕД [Q1;Q3] СРЕД±СО (МИН - МАКС)*	35 [25; 45] 36.92±14.7 (15–68)	28 [19.5;32.5] 30.05±14.97 (10–72)	90 [82;94.25] 87.88±8.32 (68–98)	Nh-Nc: <0.001*, <0.001* Nh-Ns: <0.001*, <0.001* Nc-Ns: 0.053, 0.053 –
Спортивная травма, кол-во/ % [95%ДИ]**	– 20 / 53% [37%; 68%]	– 11 / 55% [34%; 74%]	– 19 / 48% [33%; 63%]	Nh-Nc: 0.785, >0.999 Nh-Ns: 0.821, >0.999 Nc-Ns: >0.999,>0.999
Производственная травма, кол-во/ % [95%ДИ]**	– 13 / 34% [21%; 50%]	– 8 / 40% [22%; 61%]	– 14 / 35% [22%; 50%]	Nh-Nc: 0.780, >0.999 Nh-Ns: >0.999, >0.999 Nc-Ns: 0.776, >0.999
Бытовая травма, кол-во/ % [95%ДИ]**	– 7 / 18% [9%; 33%]	– 2 / 10% [3%; 30%]	– 11 / 28% [16%; 43%]	Nh-Nc: 0.186, 0.558 Nh-Ns: 0.424, 0.849 Nc-Ns: 0.476, 0.849

Символом «*» обозначены статистически значимые предикторы,

«**» – статистически значимые предикторы отсутствуют

Выборочные распределения непрерывных показателей исследовались на согласие с законом нормального распределения критерием Шапиро–Уилка. Показатели с нормальным распределением не выявлены, поэтому сравнение проводилось непараметрическим U-критерием Манна–Уитни с коррекцией ошибки множественного сравнения критерием

Бенджамини–Хохберга. Непрерывные показатели описывались в виде медианы [первый квартиль: третий квартиль] (МЕД [Q1; Q3], среднее \pm стандартное отклонение (СРЕД \pm СО), минимальное – максимальное значения (МИН - МАКС). Бинарные показатели количества событий описывались как количество событий и частоты с построением 95%-ного доверительного интервала по формуле Вилсона (n, % [95% ДИ]). У категориальных показателей описывались количество пациентов и частота в каждой категории. Бинарные и категориальные показатели сравнивались точным двусторонним критерием Фишера.

Определение показателей в качестве предикторов (прогностических факторов) травмы и факторов риска повреждения сухожилия ДСДМП при их реализации проводилось построением моделей логистических регрессий. Построением однофакторных моделей выявлялись отдельные предикторы, ассоциированные с целевым событием. Из совокупности ковариат с достигнутым уровнем значимости $p < 0,3$ в однофакторных моделях методами прямого и обратного шага строились оптимальные по информационному критерию Акаике (AIC) модели многофакторной логистической регрессии. Все модели прямого и обратного шага совпали. Для формулы многофакторной модели логистической регрессии методами ROC-анализа рассчитывался наилучший с точки зрения отношения чувствительности и специфичности порог классификации, для которого строилась таблица соответствия (сопряженности) и рассчитывались прогностические показатели чувствительности и специфичности.

Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p = 0,05$, т.е. различие считалось статистически значимым, если $p < 0,05$. Все статистические расчеты проводились в программе RStudio (версия 2022.07.2+576, США) на языке R (версия 4.1.3 (2022-03-10), Австрия).

Результаты исследования и их обсуждение. При построении однофакторных моделей логистической регрессии выявлены отдельные значимые предикторы травмы и факторы риска повреждения сухожилия при реализации предиктора, ковариаты с достигнутыми в однофакторных моделях уровнями значимости $p < 0,3$ приведены в таблице 2.

Таблица 2

Модели логистической регрессии пациентов с повреждением ДСДМП

Ковариаты	Однофакторные модели		Многофакторная модель	
	ОШ [95% ДИ]	p	ОШ [95% ДИ]	p
DASH > 30*	4,02 [2,5; 8,17]	<0,001*	5,9 [2,96; 17,96]	<0,001*
Тест Ruland*	150,3 [27,7; 2820]	<0,001*	–	–
Контрактура сустава*	34,2 [8,94; 227,2]	<0,001*	–	–
Отек*	22,91 [6,0; 151,9]	<0,001*	–	–
VAS > 2*	5,5 [2,86; 18,28]	<0,001*	–	–
Гипотрофия мышц*	27,4 [5,07; 511,5]	0,002*	–	–

Сужение ПРУП*	7,86 [2,28; 36,59]	0,003*	–	–
Кортикостероидная терапия*	0,29 [0,12; 0,69]	0,006*	0,07 [0,01; 0,53]	0,020*
Нормостеник*	2,38 [1,04; 5,64]	0,042*	5,16 [0,58; 69,5]	0,161
Бытовая травма**	0,48 [0,18; 1,31]	0,153	0,13 [0; 1,79]	0,189
Астеник**	0,48 [0,18; 1,31]	0,153	–	–

Примечание. * – статистически значимые предикторы, ** – статистически значимые предикторы отсутствуют.

Построение многофакторной модели логистической регрессии выявило мультипликативные значимые предикторы травмы и факторы риска повреждения сухожилия при реализации предиктора, это значение шкалы DASH и введение кортикостероидов в область локтевого сустава по поводу тендинита (эпикондилита). Так, увеличение DASH на 1 балл повышало шансы повреждения ДСДМП в 5,9 [2,96; 17,96] раза ($p < 0,001$), а введение кортикостероидов в область локтевого сустава ассоциировано с уменьшением шансов в 0,07 [0,01; 0,53] раза ($p = 0,020$). Также в однофакторную модель попали такие показатели, как нормостеническое телосложение и бытовая травма, которые увеличивали шанс в 2,38 [1,04; 5,64] раза ($p = 0,042^*$) и уменьшали шансы в 0,48 [0,18; 1,31] раза ($p = 0,153$) соответственно. Несмотря на то что в многофакторной модели их значимость снижалась, алгоритмы отбора оставили эти показатели, улучшающие значение интегрального информационного показателя Акаике (AIC). В многофакторной модели с помощью ROC-анализа определены наилучшие с точки зрения баланса показатели чувствительности (рис. 1) – 94,8% и специфичности – 95% для порогового значения вероятности повреждения ДСДМП – 49,2%.

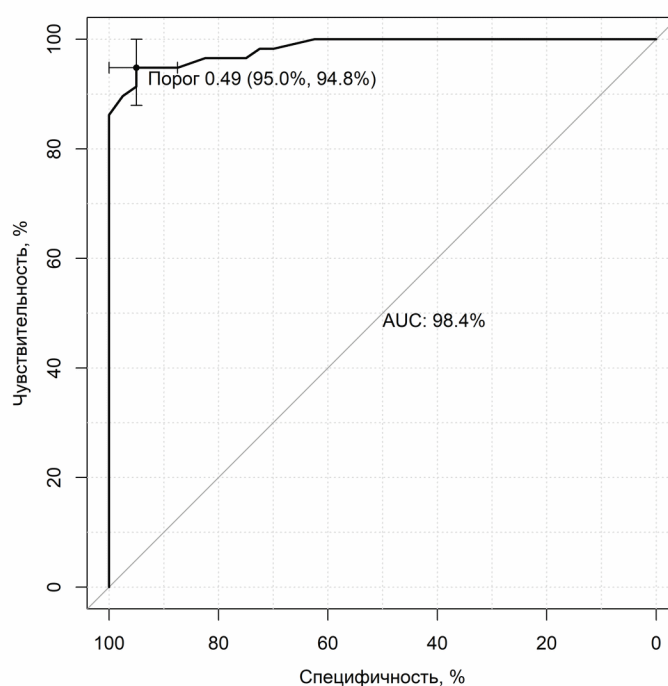


Рис. 1. ROC-кривая многофакторной модели повреждения ДСДМП

Комплексная метрика AUC=98,4% демонстрирует отличное качество классификации модели. Для исследования прогностических свойств многофакторной модели прогноза повреждения ДСДМП составлена таблица соответствия (рис. 1, табл. 3).

Таблица 3

Таблица соответствия многофакторной модели повреждения ДСДМП

Повреждение	Прогноз	Факт
ДСДМП «+»	57	58
ДСДМП «←»	41	40
Всего	98	98

Примечание. «+» – полнослойный вариант повреждения сухожилия,
«←» – парциальный вариант повреждения сухожилия.

Таблица 4

Модели логистической регрессии применения хирургического лечения у пациентов с повреждением ДСДМП

Ковариаты	Однофакторные модели		Многофакторная модель	
	ОШ [95% ДИ]	p	ОШ [95% ДИ]	p
VAS > 2*	0,65 [0,43; 0,91]	0,021*	0,47 [0,23; 0,83]	0,019*
Локализация в/к: правая *	0,28 [0,09; 0,85]	0,028*	0,1 [0,01; 0,51]	0,011*
Локализация в/к: левая *	3,57 [1,18; 11,67]	0,028*	–	–
Астеник*	0,2 [0,04; 0,87]	0,038*	0,11 [0,01; 0,9]	0,056
Ширина сухожилия > 8 мм*	1,32 [1,02; 1,75]	0,045*	1,64 [1,12; 2,69]	0,022*
Нормостеник*	3,18 [1,05; 10,32]	0,045*	–	–
Кортикостероидная терапия*	0,28 [0,07; 1,03]	0,059	0,04 [0; 0,3]	0,004*
Ожирение**	2,79 [0,63; 19,7]	0,220	7,15 [0,75; 138,8]	0,127
Ожирение 1-й степени**	0,36 [0,05; 1,59]	0,220	–	–
Ожирение 2-й степени**	3,56 [0,55; 70]	0,256	–	–

Примечание. *– статистически значимые предикторы, ** – статистически значимые предикторы отсутствуют.

При построении однофакторных моделей логистической регрессии выявлены отдельные значимые предикторы травмы и факторы риска повреждения сухожилия при реализации предиктора с достигнутыми в однофакторных моделях уровнями значимости p менее 0,3 (табл. 4). Построение многофакторной модели логистической регрессии выявило мультипликативные значимые факторы риска повреждения сухожилия ДСДМП: это значение шкалы VAS, локализация травмированной верхней конечности, ширина сухожилия (>8 мм) и введение кортикостероидов в область локтевого сустава по поводу тендинита (эпикондилита). Так, увеличение VAS на 1 балл уменьшает риск повреждения сухожилия ДСДМП в 0,47 [0,23; 0,83] раза (p=0,019), локализация на правом локтевом суставе уменьшает риск в 0,1 [0,01; 0,51] раза (p=0,011), увеличение ширины сухожилия на 1 мм (>8 мм) повышает риски в 1,64 [1,12; 2,69] раза (p=0,022), а введение кортикостероидов в область

локтевого сустава ассоциировано с уменьшением рисков в 0,04 [0; 0,3] раза ($p=0,004$). Также в однофакторную модель попали такие показатели, как астенический тип телосложения и наличие ожирения, которые уменьшали риск в 0,11 [0,01; 0,9] раза ($p=0,056$) и увеличивали риск в 7,15 [0,75; 138,8] раза ($p=0,127$) соответственно. Несмотря на то что в многофакторной модели их значимость снижалась, алгоритмы отбора оставили эти показатели, улучшающие значение интегрального информационного показателя Акаике (AIC). В многофакторной модели с помощью ROC-анализа определены наилучшие с точки зрения баланса показатели чувствительности (рис. 2) – 89,5% и специфичности – 85% для порогового значения вероятности повреждения ДСДМП – 47,8%.

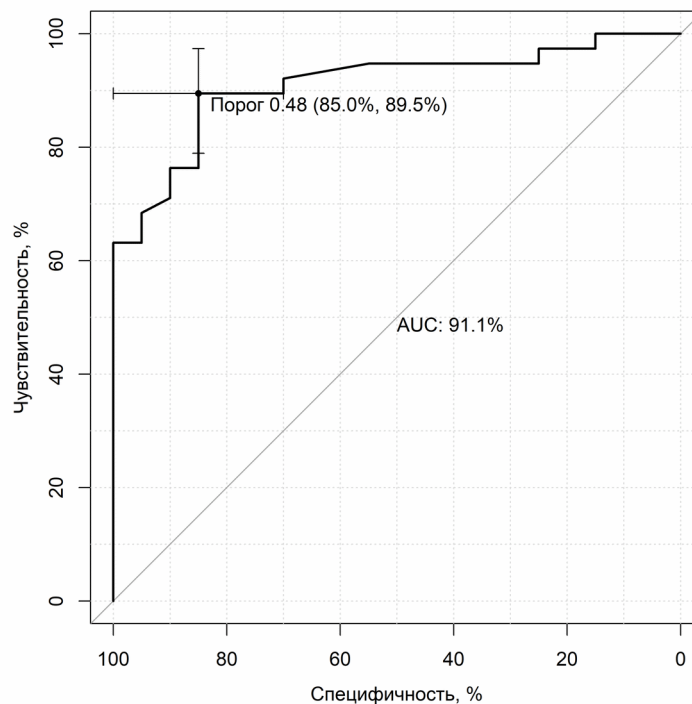


Рис. 2. ROC-кривая многофакторной модели хирургического лечения у пациентов с повреждением ДСДМП

Комплексная метрика $AUC = 91,1\%$ демонстрирует хорошее качество классификации модели. Для исследования прогностических свойств многофакторной модели прогноза хирургического лечения составлена таблица соответствия (рис. 2, табл. 5).

Таблица 5

Таблица соответствия многофакторной модели хирургического лечения (ХЛ)

Вид лечения	Прогноз	Факт
ХЛ «+»	37	38
ХЛ «↔»	21	20
Всего	58	58

Примечание. «+» – хирургическая реинсерция культи ДСДМП,

Накопленные данные полезны для лечения пациентов с повреждениями ДСДМП, и все же существует острый недостаток исследовательских работ, в которых бы определялись предикторы травмы и были структурированы факторы риска повреждения сухожилия при реализации этих предикторов. Мы предполагаем, что амбулаторная оценка показателей функциональных шкал DASH, ASES, сравнительная морфометрия, регистрация болевого синдрома по VAS и сужения ПРУП, подтвержденного методами инструментальной диагностики, могут стать основой прогнозирования наряду с общепризнанными факторами риска. Так, условный пациент с обширным набором ковариатов (курение, астеник, тест Ruland и O'Driscoll и т.д.) будет иметь большую вероятность повреждения ДСДМП, нежели индивид с меньшим количеством. Определение этого «прогностического порога» связано с применением больших объемов выборки и необходимостью продолжения исследования. Расчитанные нами характеристики показателей (ковариаты) исследуемых групп сопоставимы с данными литературы по этому вопросу.

Заключение. На моделях логистической регрессии повреждений дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча нами были определены факторы риска повреждения сухожилия при реализации первичных предикторов (спорт, физический труд, нетипичные бытовые нагрузки) и структурированы на поведенческие (курение $p=0,045$, ожирение $p=0,736$), генетические (соматотип $p=0,161$), лекарственные (прием кортикостероидов $p=0,020$ и анаболических андрогенных стероидов $p=0,004$), клинические (сужение ПРУП $p<0,001$, контрактура, остеоартроз локтевого сустава, ширина сухожилия >8 мм $p=0,022$, показатели шкал VAS >2 $p=0,019$, ASES <80 $p<0,001$, DASH >30 $p<0,001$ баллов, отек $p<0,001$, травматизация доминантной стороны $p=0,414$). Учет выявленных предикторов травмы и факторов риска повреждения дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча в догоспитальном периоде позволяет расширить представление о группах риска, оптимизировать выбор метода и повысить эффективность результатов лечения пациентов с данным видом повреждения сухожилия.

Список литературы

1. Kelly M., Perkinson S., Ablove R., Tueting J. Distal biceps tendon ruptures: an epidemiological analysis using a large population database. The American journal of sports medicine. 2015. Vol. 43. No. 8. P. 2012-2017. DOI: 10.1177%2F0363546515587738.

2. Bhatia D., Kandhari V., DasGupta B. Cadaveric study of insertional anatomy of distal biceps tendon and its relationship to the dynamic proximal radioulnar space. *The Journal of hand surgery*. 2017. Vol. 42. No. 1. P. e15-23. DOI: 10.1016/j.jhsa.2016.11.004.
3. Tomizuka Y., Schmidt C., Davidson A., Spicer C., Smolinski M., Mauro R., Delserso S., Szabo L., Smolinski P., Miller M. Partial distal biceps avulsion results in a significant loss of supination force. *JBJS*. 2021. Vol. 103. No. 9. P. 812-819. DOI: 10.2106/JBJS.20.00445.
4. Шулепов Д.А., Салихов М.Р., Злобин О.В., Коган П.Г. Результаты анатомической реинсерции дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча с использованием малоинвазивной системы фиксации Biceps Repair System // *Современные достижения травматологии и ортопедии: сборник научных статей*. СПб., 2018. С. 298-302.
5. Каплунов О.А., Некрасов Е.Ю., Хусаинов Х.Х. Миниинвазивная реинсерция дистального сухожилия бицепса плеча методикой endo-button (предварительное сообщение) // *Медицина экстремальных ситуаций*. 2018. Т. 20. № 4. С. 527-532.
6. Грицюк А.А., Кокорин А.В., Сметанин С.М. Разрыв дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: современные представления об этиопатогенезе и лечении // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2016. № 2. С. 42-48.
7. Rausch V., Krieter J., Leschinger T., Hackl M., Scaal M., Müller L., Wegmann K. The radioulnar distance at the level of the radial tuberosity. *Clinical Anatomy*. 2020. Vol. 33. No. 5. P. 661-666. DOI: 10.1002/ca.23483.
8. Panico L., Roy T., Namdari S. Long Head of the Biceps Tendon Ruptures: Biomechanics, Clinical Ramifications, and Management. *JBJS Reviews*. 2021. Vol. 9. No. 10. P. e21. DOI: 10.2106/jbjs.rvw.21.00092.
9. Amarasooriya M., Bain G., Roper T., Bryant K., Iqbal K., Phadnis J. Complications after distal biceps tendon repair: a systematic review. *The American Journal of Sports Medicine*. 2020. Vol. 48. No. 12. P. 3103-11. DOI: 10.1177/0363546519899933.
10. Goedderz C., Plantz M., Gerlach E., Arpey N., Swiatek P., Cantrell C., Tjong V. Determining the incidence and risk factors for short-term complications following distal biceps tendon repair. *Clin. Shoulder Elbow*. 2022. Vol. 25. No. 1. P. 36-41. DOI: 10.5397/cise.2021.00472.
11. Albishi W., Agenor A., Lam J., Elmaraghy A. Distal Biceps Tendon Tears: Diagnosis and Treatment Algorithm. *JBJS reviews*. 2021. Vol. 9. No. 7. P. e20. DOI: 10.2106/jbjs.rvw.20.00151.
12. Bellringer S., Phadnis J., Human T., Redmond C., Bain G. Biomechanical comparison of transosseous cortical button and footprint repair techniques for acute distal biceps tendon ruptures. *Shoulder & Elbow*. 2020. Vol.12. No. 1. P. 54-62. DOI: 10.1177/1758573218815312.

13. Борзых А.В., Борзых Н.А. Лечение разрыва дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча у спортсменов // Травма. 2013. Том 14. № 4. С. 30-32.
14. Медведчиков А.Е., Анастасиева Е.А., Корыткин А.А., Кирилова И.А. Оказание специализированной помощи пациентам с разрывом дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: диагностика и алгоритм лечения // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). 2022. Т. 7. № 5-2. С. 193-206. DOI: 10.29413/ABS.2022-7.5-2.1.
15. Медведчиков А.Е., Лукинов В.Л., Кирилова И.А. Основные клинико-инструментальные параметры пациентов с повреждением дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча, перенесших консервативное лечение или операцию по реинсерции бицепса / Свидетельство на базу данных № 2022622771 от 08.11.2022 г.