

УДК 796.012.14:616.72-085:615.322

**ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЛИЗАТА КОЛЛАГЕНА В
КОМБИНАЦИИ С ЭЛАСТИНОМ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ
СТАБИЛЬНОСТЬ СУСТАВА СРЕДИ СПОРТСМЕНОВ С
ХРОНИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ГОЛЕНОСТОПНОГО
СУСТАВА**

*Анонширование
всех результатов по
корректировке проведенного
исследования*
Овчинников Алексей
Демин Н.Д.
04.09.25

Аннотация. Цель исследования – в рамках проспективного рандомизированного плацебо-контролируемого клинического исследования оценить последствия парентерального приема гидролизата коллагена в комбинации с эластином на функциональные параметры сустава среди спортсменов с хронической нестабильностью голеностопного сустава. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 40 (100%) действующих спортсменов разрядников, представляющих командные виды спорта. Основную группу составили 20 (50,0%) участников, которым было предложено использовать в качестве пищевой добавки гидролизата коллагена пищевого в комбинации с эластином под брендом «ПЕРВЫЙ ЖИВОЙ КОЛЛАГЕН» в дозе 10,0 г/сут., на протяжении 90 дней, и группа-плацебо состоящая из 20 (50,0%) участников, принимающих мальтодекстрин в дозе 10,0 г/сут., в течении 90 дней. Оценку функциональной нестабильности оценивали с помощью теста САИТ, теста на равновесие и стабильность Y-balance test, субъективную оценку интенсивности болевого синдрома приводили с помощью шкалы ВАШ. Тестирование выполняли в день начала исследования и через 1,5 и 3 мес. после начала приема пищевых добавок. **Результаты.** Результаты 3-месячного курса приема биокомплекса гидролизата коллагена показали, что его применение среди спортсменов с хронической нестабильностью голеностопного сустава способствует достоверному улучшению субъективной функциональной стабильности сустава, подтвержденному увеличением индекса САИТ на 18,9% в основной группе ($p < 0,001$) по сравнению с группой плацебо, где рост составил 5,6%

($p=0,021$). **Заключение.** Полученные данные подтверждают существующие доказательства положительного эффекта длительного приема гидролизата коллагена в комбинации с эластином на функциональную стабильность суставно-связочный аппарата, однако дальнейшие исследования необходимы для уточнения его роли в снижении болевого синдрома и улучшении показателей баланса тела.

Ключевые слова: коллаген, гидролизат коллагена, нестабильность голеностопного сустава, CAIT, Y-balance test

EFFECT OF COLLAGEN HYDROLYSATE IN COMBINATION WITH ELASTIN ON FUNCTIONAL JOINT STABILITY AMONG ATHLETES WITH CHRONIC ANKLE INSTABILITY

Abstract. **Purpose** the study is to evaluate the effects of parenteral administration of collagen hydrolysate in combination with elastin on functional parameters of the joint among athletes with chronic ankle instability in a prospective, randomized, placebo-controlled clinical trial. **Materials and methods.** The study involved 40 (100%) active athletes representing team sports. The main group consisted of 20 (50.0%) participants who were offered to use the biocomplex of collagen hydrolysate in combination with elastin FIRST ALIVE COLLAGEN LLC at a dose of 10.0g/day for 90 days, and a placebo group consisting of 20 (50.0%) participants taking maltodextrin at a dose of 10.0g/day for 90 days. Assessment of functional instability was assessed using the CAIT-test, the Y-balance test, subjective assessment of pain intensity was given using the VAS. Testing was performed on day of the study and 1.5 and 3 months after start of taking the dietary supplements. **Results.** The results a 3-month course of taking the collagen hydrolysate in combination with elastin showed that its use among athletes with chronic ankle instability contributes to a reliable improvement in subjective functional stability of the joint, confirmed by an increase in the CAIT index by 18.9% in the main group ($p<0.001$) compared to the placebo group, where the increase was 5.6%

($p=0.021$). **Conclusion.** The obtained data confirm the existing evidence of the positive effect of long-term intake of collagen hydrolysate on the functional stability of the articular-ligamentous apparatus, however, further studies are needed to clarify its role in reducing pain syndrome and improving body balance indicators.

Key words: *collagen, collagen hydrolysate, ankle instability, CAIT, Y-balance test*

Введение. Хроническая нестабильность голеностопного сустава (ХНГС), является широко распространенным последствием растяжения связочного аппарата голеностопа [1]. На сегодняшний день около 35,0% профессиональных спортсменов перенесших растяжение связок голеностопного сустава имеют клинически подтвержденный ХНГС [2]. В особенности данная травма распространена среди ассиметричных командных видов спорта [3]. Помимо дискомфортных ощущений, болевого синдрома и функциональных нарушений, ХНГС приводит к ухудшению механических свойств соединительной ткани связочного аппарата [4]. Данные симптомы оказывают отрицательное влияние как на подготовку к соревнованиям и соревновательный процесс, так и на повседневные бытовые функции спортсмена [5].

Как правило наиболее распространенным терапевтическим подходом к пациентам с ХНГС является физическая терапия и методы физиотерапии, а также их комбинации обеспечивающие компенсаторный эффект за счет восполнения нейромышечного и силового дефицита [6]. Однако современные исследования все чаще демонстрируют эффективность и важность использования пищевых добавок коллагена в сочетании с физической терапией в случаях с ХНГС [7, 8]. Данная тенденция является вполне обоснованной за счет того, что структура связочного аппарата более чем на 60,0% состоит из соединительной ткани, представленной коллагеном [9]. В свою очередь коллаген является источником эластичности, а также прочности связки, что нельзя не учитывать при ХНГС [10].

Таким образом, после ряда испытаний применения коллагена в качестве пищевой добавки для пациентов, имеющих суставно-связочного нарушения, было доказано, что данный вид терапии является безопасным [11, 12]. Кроме этого, установлено, что пероральный прием коллагена среди людей обеспечивает экзогенное накопление коллагенового пептида в тканевых структурах, а около 10,0% данного вещества попадая из желудочно-кишечного тракта в кровь способно стимулировать экспрессию внеклеточного матрикса соединительной ткани [13].

В связи с вышеупомянутым, данное исследование направлено на анализ эффективности применения биоконплекса гидролизата коллагена «COLLA GEN» среди профессиональных спортсменов, страдающих от ХНГС.

Цель исследования – в рамках проспективного рандомизированного плацебо-контролируемого клинического исследования оценить последствия парентерального приема гидролизата коллагена в комбинации с эластином на статус функциональной нестабильности среди спортсменов с хронической нестабильностью голеностопного сустава.

Материалы и методы. Клиническое исследование выполнено на базе Научно-исследовательской лаборатории «Новейших технологий оздоровительной двигательной активности» института профилактической медицины имени З.П. Соловьева ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России. Дизайн клинического исследования был спланирован в соответствии с международным протоколом для клинических исследований «CONSORT 2010», L.Thabane и соавт. (2016), [14]. Критериями включения спортсменов в исследование в качестве участников явились наличие клинически подтвержденного ХНГС, стаж спортивной деятельности, спортивный разряд, а также примерные сроки растяжения суставно-связочного аппарата голеностопного сустава предшествующей ХНГС. В обязательном порядке все участники исследования заполняли форму добровольного информированного согласия, а также были

проинформированы об основных этапах исследования, за исключением данных о конечной цели и предполагаемых гипотезах.

Непосредственно в исследовании приняли участие 40 (100%) спортсменов разрядников мужского пола, в возрасте от 18 до 25 лет и средним возрастным показателем $21,0 \pm 2,0$ года. Средние значения срока первичного растяжения суставно-связочного аппарата предшествующему ХНГС составили $22,5 \pm 7,5$ мес., в диапазоне от 12 до 38 мес. включительно. Среди участников исследования было 10 (25,0%) футболистов, 10 (25,0%) гандболистов, 10 (25,0%) баскетболистов, и 10 (25,0%) волейболистов, находящихся на момент участия в исследовании в рамках системного тренировочного процесса.

Распределение участников исследования на группы проводили с помощью фиксированной блоковой рандомизации по принципу 1:1, посредством компьютерного рандомайзера, для ослепления рабочей группы исследователей были приглашены сторонние наблюдатели.

В качестве основного вмешательства всем участникам исследования предложена пищевая добавка гидролизата коллагена, ежедневно во время или после первого приема пищи, при этом не изменяя привычный рацион и режим питания в течение 90 сут. Таким образом участники исследования принимали либо 10,0 г/сут. биоконплекса гидролизата коллагена в комбинации с эластином ПЕРВЫЙ ЖИВОЙ КОЛЛАГЕН (ООО «ПЕРВЫЙ ЖИВОЙ КОЛЛАГЕН», Россия) – (группа I), либо 10,0 г/сут. мальтодекстрина (группа II – плацебо). Оба вещества являются водорастворимыми, а также условно сопоставимы между собой по вкусу, консистенции и внешнему виду.

В качестве основного диагностического метода в рамках исследования использовали тест Камберлендского индекса нестабильности голеностопного сустава (Cumberland Ankle Instability Tool – CAIT). Данный инструмент оценки явлений ХНГС состоит из 9 доменов, каждый из которых в полной мере отвечает на вопрос текущего статуса функциональной нестабильности среди контингента страдающих от ХНГС. Кроме этого, CAIT

имеет 30 бальную шкалу, где 0 – нестабильность сустава, 30 – стабильный сустав [15].

Для оценки последствий ХНГС, а также вероятности возникновения травмы нижних конечностей, ассоциированной с ХНГС, проводили тест баланса и равновесия тела (Y-balance test – YBT). YBT представлен в виде шкалы от 0 до 100%, где 0 это выраженное нарушение баланса и равновесия (падение), а 100 – удовлетворительный контроль баланса тела и равновесия. При этом значения YBT менее 90,0% определяли, как порог вероятности возникновения риска травмы. Тестирование проводили на ровной поверхности в положении стоя на одной ноге, при этом задача спортсмена была отвести свободную ногу в переднем, заднелатеральном и заднемедиальном направлении с возвратом конечности в исходное положение [16].

Оценку интенсивности болевого синдрома проводили с помощью модификации визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) версия используемая для пациентов с патологическими состояниями стоп и голеностопного сустава (Visual Analogue Scale Foot and Ankle – VAS FA), которая представляет шкалу от 0 до 10 баллов, где 0 – отсутствие болевого синдрома, а 10 – выраженный болевой синдром [17].

Диагностического тестирования в рамках данного исследования проводили посредством 3 встреч, а именно за сутки до начала, через 45 сут., и 90 сут. после начала приема пищевой добавки гидролизата коллагена.

Обработку полученных данных в ходе проведенных тестов осуществляли с помощью статистического анализа. В качестве инструмента для анализа данных использовали программное обеспечение StatTech 4.8.1 © ООО “Статтех”, Россия, на базе операционной системы Windows 11®.

Результаты. В результате проведенного исследования удалось установить, что между участниками группы I и группой II, до начала приема пищевых добавок не было статистически значимых различий возрастных параметров ($p=0,553$), индекса ВАШ ($p=0,110$), индекса САИТ ($p=0,308$), а также индекса

УВМ ($p=0,495$). При этом средние значения срока первичной НГС в группе II составил $25,6 \pm 6,2$ мес., что на 24,2% выше тождественных значений в группе I – $19,4 \pm 7,5$ мес., ($p=0,007$).

При сравнительном анализе влияния 3 мес. курса приема пищевых добавок на интенсивность болевого синдрома, ассоциированного с ХНГС, в случаях с представителями командных игровых видов спорта, не удалось установить существенных различий между группами на всех этапах исследования ($p=0,110$, $p=0,272$, $p=0,120$). Несмотря на отсутствие различий индекса ВАШ между группами участников, установлены существенные изменения индекса ВАШ в зависимости от срока приема пищевых добавок. Так среди участников принимающих коллаген индекс ВАШ снизился с 2,5 до 1,7 балла за 90 сут. курса приема пищевых добавок ($p<0,001$), (табл. 1).

Таблица 1

Анализ влияния 3-мес. курса приема пищевых добавок на интенсивность болевого синдрома ассоциированного с ХНГС в зависимости от группы

Table 1

Impact analysis for 3 mon. course of DS on intensity of pain syndrome associated with CAI

Группа	Этапы наблюдения						p
	ВАШ-до		ВАШ-45 сут.		ВАШ-после		
	M±SD	95%ДИ	M±SD	95%ДИ	M ± SD	95%ДИ	
I	2,5±1,1	2,1-3,0	2,4±0,9	1,9-2,8	1,7±0,7	1,4-2,0	<0,001*
II	2,0±1,1	1,5-2,5	2,0±0,8	1,7-2,4	2,1±0,9	1,7-2,5	0,787
p	0,110		0,272		0,120		—

Примечание: M±SD – среднее стандартное отклонение; 95%ДИ – 95,0% доверительный интервал; * – различия показателей статистически значимы ($p<0,05$), используемый метод: t–критерий Стьюдента, критерий Фишера с повторными измерениями
 Note: M±SD – standard deviation of mean; 95%CI – 95.0% confidence interval;
 * – differences in indicators are statistically significant ($p<0.05$), method used: Student's t–test, Fisher's test with repeated measurements

Тест на баланс и стабильность, результаты которого были представлены с помощью индекса УВТ, не продемонстрировал существенных различий между группами исследования. Ни на одном из этапов

наблюдения индекс YBT не имел статистически значимых различий между I и II группой ($p=0,495$, $p=0,770$, и $p=0,201$ соответственно). Однако внутригрупповой анализ выявил, существенные различия в показателях индекса YBT. Так, среди спортсменов, принимавших коллаген в течение 9 мес. уровень индекса YBT увеличился с $95,5 \pm 2,3$ до $96,7 \pm 1,5$ % ($p=0,017$). Спортсмены принимавшие мальтодекстрин имели увеличение индекса YBT с $95,0 \pm 2,2$ до $96,0 \pm 1,8$ % ($p=0,021$), (табл. 2).

Таблица 2

Анализ влияния 3-мес. курса приема пищевых добавок на индекс YBT в зависимости от группы

Table 2

Impact analysis for 3 mon. course of DS for YBT index depending on group

Impact analysis for 3 mon. course of DS for YBT index depending on g-t-t							
Группа	Этапы наблюдения						p
	YBT-до		YBT-45 сут.		YBT-после		
	M ± SD	95%ДИ	M ± SD	95%ДИ	M ± SD	95%ДИ	
I	95,5±2,3	94,4-96,6	95,3±2,1	94,3-96,3	96,7±1,5	95,9-97,4	0,017*
II	95,0±2,2	93,9-96,1	95,5±2,1	94,5-96,5	96,0±1,8	95,1-96,8	0,021*
p	0,495		0,770		0,201		—

Примечание: M $\pm$ SD – среднее стандартное отклонение; 95%ДИ – 95,0% доверительный интервал; * – различия показателей статистически значимы ($p<0,05$), используемый метод: t-критерий Стьюдента, критерий Фишера с повторными измерениями
 Note: M $\pm$ SD – standard deviation of mean; 95%CI – 95.0% confidence interval;
 * – differences in indicators are statistically significant ($p<0.05$), method used: Student's t-test, Fisher's test with repeated measurements

При анализе результатов теста САИТ в зависимости от группы участников исследования установлены статистически значимые различия между I и II группой через 90 сут. после начала приема пищевых добавок. Так среди спортсменов принимавших коллаген индекс САИТ составил $22,6 \pm 1,7$ балла, что на 8,8% выше по сравнению с результатами группы II – $20,6 \pm 1,2$, ($p<0,001$). Кроме этого, в обеих группах отметили увеличение индекса САИТ за 90 сут. курса приема пищевых добавок. В группе I после приема коллагена средние значения индекса САИТ увеличились с $19,0 \pm 1,6$ до $22,6 \pm 1,7$ баллов ($p=0,009$). В группе плацебо, через 90 сут. после начала курса приема

мальтодекстрина индекс CAIT увеличился с $19,5 \pm 1,5$ до $20,6 \pm 1,5$ баллов ($p=0,021$), (табл. 3).

Таблица 3

Анализ влияния 3-мес. курса приема пищевых добавок на статус функциональной нестабильности сустава в зависимости от группы

Table 3

Impact analysis for 3 mon. course of DS on functional status instability of joint depending on group

joint depending on group							
Группа	Этапы наблюдения						p
	CAIT-до		CAIT-45 сут.		CAIT-после		
	M±SD	95%ДИ	M±SD	95%ДИ	M±SD	95%ДИ	
I	19,0±1,6	18,3-19,7	19,4±1,6	18,7-20,2	22,6±1,7	21,8-23,4	0,009*
II	19,5±1,5	18,8-20,2	19,8±1,5	19,0-20,5	20,6±1,2	20,1-21,2	0,021*
p	0,308		0,551		<0,001*		—

Примечание: M $\pm$ SD – среднее стандартное отклонение; 95%ДИ – 95,0% доверительный интервал; * – различия показателей статистически значимы ($p<0,05$), используемый метод: t-критерий Стьюдента, критерий Фишера с повторными измерениями

Note: M $\pm$ SD – standard deviation of mean; 95%CI – 95.0% confidence interval;

* – differences in indicators are statistically significant ($p<0.05$), method used:

Student's t-test, Fisher's test with repeated measurements

Обсуждение полученных данных. В результате 3 мес. курса приема гидролизата коллагена в комбинации с эластином среди спортсменов с ХНГС, удалось оценить влияние пищевой добавки на функциональную стабильность голеностопного сустава. Так, при сравнительном анализе динамики интенсивности болевого синдрома ассоциированного с ХНГС, было установлено снижение индекса ВАШ с 2,5 до 1,7 баллов в основной группе ($p<0,001$). Однако это не имело существенного клинического значения, что подтверждается межгрупповым анализом на 90 сут. после начала приема пищевых добавок: группа I – $1,7 \pm 0,7$ балла, с 95%ДИ: 1,4-2,0, против группы II – $2,1 \pm 0,9$ балла, с 95%ДИ: 1,7-2,5, ($p=0,120$).

Болевой синдром при ХНГС тесно связан с воспалительным процессом на фоне повреждения связочного аппарата, в исследовании J.E.Anderson (2021), подтверждается данный тезис. Кроме этого, автор приводит убедительные данные о существенном противовоспалительном и как

следствие анальгезирующем эффекте на фоне длительного приема гидролизата коллагена [18]. Несмотря на это, полученные нами данные подтверждают результаты исследований D.M.Lis и соавт. (2022), C.Centner и соавт. (2022), и K.Bischof и соавт. (2023). Авторы заключили, что прием коллагена, на фоне интенсивной физической нагрузки среди спортсменов имеющих суставную нестабильность, не приводит к существенному снижению болевого синдрома [19, 20, 21].

Результаты оценки изменений показателей баланса и стабильности тела в тесте Y-balance test не показали существенных различий между группами участников исследования после завершения курса приема пищевых добавок: группа I – $96,7 \pm 1,5\%$, с 95%ДИ: 95,9-97,4, против группы II – $96,0 \pm 1,8\%$, с 95%ДИ: 95,1-96,8, ($p=0,201$). Однако при внутригрупповом анализе были выявлены признаки компенсации функциональной нестабильности голеностопного сустава. Так среди участников группы I, средние значения индекса YBT увеличились с $95,5 \pm 2,3\%$ до $96,7 \pm 1,5\%$, ($p=0,017$), в группе II на фоне 3 мес. приема мальтодекстрина индекс YBT увеличился с $95,0 \pm 2,2\%$ до $96,0 \pm 1,8\%$, ($p=0,021$). Полученные результаты прямо подтверждают ранее проведенные исследования, демонстрирующие изменение мышечной силы, стабильности и морфофункциональных параметров сустава при ХНГС на фоне длительного приема коллагена [7]. Однако точных данных, подтверждающих механизм компенсации функциональной нестабильности при ХНГС на фоне приема коллагена и физической активности на данный момент нет [22, 23, 24].

Существенные различия между группами были установлены при анализе данных, полученных в ходе тестирования субъективной функциональной нестабильности сустава при ХНГС. Так, прием коллагена в комбинации с эластином достоверно способствовал улучшению функциональной стабильности сустава среди участников группы I, где средние значения индекса CAIT увеличились на 18,9% (с $19,0 \pm 1,6$ до $22,6 \pm 1,7$ баллов, $p=0,009$). В группе II, также наблюдали увеличение индекса CAIT, но

менее выраженное – на 5,6% (с $19,5 \pm 1,5$ до $20,6 \pm 1,2$ баллов, $p=0,021$). Различия между группами через 90 сут. после начала приема пищевых добавок были статистически значимыми и составили для группы I – $22,6 \pm 1,7$ балла, с 95%ДИ: 21,8 – 23,4, против $20,6 \pm 1,2$ балла, с 95%ДИ: 20,1-21,2, ($p<0,001$). Эти результаты имеют тесную взаимосвязь с выводами D.Zdzieblik и соавт. (2017), и M.Kirmse и соавт. (2019). Авторами в рамках клинических исследований была выявлена тождественная взаимосвязь снижения функционального дискомфорта, а также улучшение контроля сустава во время тренировочного и соревновательного процесса у спортсменов с ХНГС на фоне приема коллагена [25, 26]. Данные полученные в ходе исследования, в большей степени подтверждают эффект длительного приема гидролизата коллагена в случаях с ХНГС среди спортсменов.

Заключение. Полученные данные подтверждают, что длительный прием коллагена в комбинации с эластином «ПЕРВЫЙ ЖИВОЙ КОЛАГЕН» способствует улучшению субъективной функциональной стабильности голеностопного сустава среди спортсменов с ХНГС, однако дальнейшие исследования необходимы для уточнения его роли в снижении болевого синдрома и улучшении показателей баланса тела.

Список литературы:

1. Gribble P.A., Bleakley C.M., Caulfield B.M., Docherty C.L., Fourchet F., Fong D.T., Hertel J., Hiller C.E., Kaminski T.W., McKeon P.O., Refshauge K.M., Verhagen E.A., Vicenzino B.T., Wikstrom E.A., Delahunt E. 2016 consensus statement of the International Ankle Consortium: prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *British Journals Sports Medicine*. 2016 Dec;50(24):1493-1495. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096188
2. Roos K.G., Kerr Z.Y., Mauntel T.C., Djoko A., Dompier T.P., Wikstrom E.A. The Epidemiology of Lateral Ligament Complex Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. *The American Journal of Sports Medicine*. 2017 Jan;45(1):201-209. DOI: 10.1177/0363546516660980.

3. Hertel J, Corbett RO. [An Updated Model of Chronic Ankle Instability]. *Journal of Athletic Training*. 2019 Jun;54(6):572-588. DOI: 10.4085/1062-6050-344-18
4. Miklovic T.M., Donovan L., Protzuk O.A., Kang M.S., Feger M.A. Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction. *The Physician and Sportsmedicine*. 2018 Feb;46(1):116-122. DOI: 10.1080/00913847.2018.1409604
5. Tang F., Xiang M., Yin S., Gao P. Meta-analysis of the dosage of balance training on ankle function and dynamic balance ability in patients with chronic ankle instability. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2024 Aug 31;25(1):689. DOI: 10.1186/s12891-024-07800-8
6. Donovan L., Hart J.M., Saliba S.A., Park J., Feger M.A., Herb C.C., Hertel J. Rehabilitation for Chronic Ankle Instability With or Without Destabilization Devices: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Athletic Training*. 2016 Mar;51(3):233-51. DOI: 10.4085/1062-6050-51.3.09
7. Безопасный спорт? Реалии, понятийные и нормативные аспекты. / М.Д. Дидур, И.Т. Выходец, Н.К. Хохлина, А.И. Журавлева // Вестник РГМУ – 2017. – Т. 6 – С. 18–21. / Didur M.D., Vykhodets I.T., Khokhlina N.K., Zhuravleva A.I. Can sports be safe? Reality, concepts and regulations. *Bulletin of Russian State Medical University*, 2017, vol. 6, pp. 18-21. (in Russ.) DOI: 10.24075/brsmu.2017-06-03
8. Bischof K., Moitzi A.M., Stafilidis S., König D. Impact of Collagen Peptide Supplementation in Combination with Long-Term Physical Training on Strength, Musculotendinous Remodeling, Functional Recovery, and Body Composition in Healthy Adults: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Medicine*. 2024 Nov;54(11):2865-2888. DOI: 10.1007/s40279-024-02079-0
9. Mobasher A., Mahmoudian A., Kalvaityte U., Uzieliene I., Larder C.E., Iskandar M.M., Kubow S., Hamdan P.C., de Almeida C.S. Jr., Favazzo L.J., van Loon L.J.C., Emans P.J., Plapler P.G., Zuscik M.J. A White Paper on Collagen Hydrolyzates and Ultrahydrolyzates: Potential Supplements to Support Joint

Health in Osteoarthritis? *Current Rheumatology Reports*. 2021 Oct 30;23(11):78. DOI: 10.1007/s11926-021-01042-6

10. Mohammad A.W., Suhimi N.M., Aziz A.G.K.A., Jamaliah Md.J.. Process for Production of Hydrolysed Collagen from Agriculture Resources: Potential for Further Development. *Journal of Applied Sciences*. 2014;14(12), 1319-1323. DOI: 10.3923/jas.2014.1319.1323
11. Walrand S., Chiotelli E., Noirt F., Mwewa S., Lassel T. Consumption of a functional fermented milk containing collagen hydrolysate improves the concentration of collagen-specific amino acids in plasma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008 Sep 10;56(17):7790-5. DOI: 10.1021/jf800691f
12. Skov K., Oxfeldt M., Thøgersen R., Hansen M., Bertram H.C. Enzymatic Hydrolysis of a Collagen Hydrolysate Enhances Postprandial Absorption Rate-A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 2019 May 13;11(5):1064. DOI: 10.3390/nu11051064
13. König D., Kohl J., Jerger S., Centner C. Potential Relevance of Bioactive Peptides in Sports Nutrition. *Nutrients*. 2021 Nov 10;13(11):3997. DOI: 10.3390/nu13113997
14. Thabane L., Hopewell S., Lancaster G.A., Bond C.M., Coleman C.L., Campbell M.J., Eldridge S.M. Methods and processes for development of a CONSORT extension for reporting pilot randomized controlled trials. *Pilot and Feasibility Study*. 2016 May 20;2:25. DOI: 10.1186/s40814-016-0065-z
15. Hiller C.E., Refshauge K.M., Bundy A.C., Herbert R.D., Kilbreath S.L. The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*. 2006 Sep;87(9):1235-41. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.05.022
16. Jelinek H.F., Khalaf K., Poilvet J., Khandoker A.H., Heale L., Donnan L. The Effect of Ankle Support on Lower Limb Kinematics During the Y-Balance Test Using Non-linear Dynamic Measures. *Frontiers Physiology*. 2019 Jul 25;10:935. DOI: 10.3389/fphys.2019.00935

17. Stüber J., Zech S., Bay R., Qazzaz A., Richter M.. Normative data of the Visual Analogue Scale Foot and Ankle (VAS FA) for pathological conditions. *Foot Ankle Surgery*. 2011 Sep;17(3):166-72. DOI: 10.1016/j.fas.2010.05.005
18. Anderson J.E. Key concepts in muscle regeneration: muscle "cellular ecology" integrates a gestalt of cellular cross-talk, motility, and activity to remodel structure and restore function. *European Journal of Applied Physiology*. 2022 Feb;122(2):273-300. DOI: 10.1007/s00421-021-04865-4
19. Lis D.M., Jordan M., Lipuma T., Smith T., Schaal K., Baar K. Collagen and vitamin C supplementation increases lower limb rate of force development. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2022;32:65–73. DOI: 10.1123/ijsnem.2020-0313
20. Centner C., Jerger S., Mallard A., Herrmann A., Varfolomeeva E., Gollhofer S., Oesser S., Sticht C., Gretz N., Aagaard P., Nielsen J.L., Frandsen U., Suetta C., Gollhofer A., König D. Supplementation of specific collagen peptides following high-load resistance exercise upregulates gene expression in pathways involved in skeletal muscle signal transduction. *Frontiers Physiology*. 2022;13: 838004. DOI: 10.3389/fphys.2022.838004
21. Bischof K., Stafilidis S., Bundschuh L., Oesser S., Baca A., König D. Influence of specific collagen peptides and 12-week concurrent training on recovery-related biomechanical characteristics following exercise-induced muscle damage—a randomized controlled trial. *Frontiers Nutrition*. 2023;10:1266056. DOI: 10.3389/fnut.2023.1266056
22. Balshaw T.G., Funnell M.P., McDermott E.J., Maden-Wilkinson T.M., Massey G.J., Abela S., Quteishat B., Edsey M., James L.J., Folland J.P. The effect of specific bioactive collagen peptides on tendon remodeling during 15 wk of lower body resistance training. *Medicine & Science in Sports and Exercise*. 2023;55:2083–95. DOI: 10.1249/MSS.00000000000003242
23. Jerger S., Centner C., Lauber B., Seynnes O., Sohnius T., Jendricke P., Oesser S., Gollhofer A., König D. Effects of specific collagen peptide supplementation combined with resistance training on Achilles tendon properties.

24. Lee J., Bridge J.E., Clark D.R., Stewart C.E., Erskine R.M. Collagen supplementation augments changes in patellar tendon properties in female soccer players. *Frontier Physiology*. 2023;14:1089971. DOI: 10.3389/fphys.2023.1089971

25. Zdzieblik D, Oesser S, Gollhofer A, et al. Improvement of activity-related knee joint discomfort following supplementation of specific collagen peptides. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2017 Nov;42(11):1237. DOI: 10.1139/apnm-2017-0693

26. Kirmse M., Oertzen-Hagemann V., de Marées M., Koenig D. Prolonged Collagen Peptide Supplementation and Resistance Exercise Training Affects Body Composition in Recreationally Active Men. *Nutrients*. 2019 May 23;11(5):1154. DOI: 10.3390/nu11051154

Сведения об авторах:

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Опубликовано в журнале "Вопросы питания" № 25