

Бастет Габриель Димитриевна,
Медицинский /Клинический психолог, Медицинский логопед,
Московская медицинская академия имени С. П. Боткина
Bastet Gabriel Dimitrievna,
Medical/Clinical Psychologist, Medical speech therapist,
Moscow Medical Academy named after S.P. Botkin

**ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ АМИНОКИСЛОТ С РАЗВЕТВЛЁННЫМИ
БОКОВЫМИ ЦЕПЯМИ (ВСАА) В ИНФЕКТОЛОГИИ И НЕВРОЛОГИИ,
И ИХ СПОСОБНОСТЬ МОДУЛИРОВАТЬ ИММУННЫЙ СТАТУС
THE POTENTIAL OF BRANCHED-CHAIN AMINO ACIDS (BCAAS)
IN INFECTOLOGY AND NEUROLOGY, AND THEIR ABILITY
TO MODULATE IMMUNE STATUS**

Аннотация. Аминокислоты с разветвлёнными боковыми цепями (ВСАА), включающие лейцин, изолейцин и валин, играют ключевую роль в регуляции различных физиологических процессов, включая метаболизм белков, энергетический обмен и иммунный ответ. Недавние исследования показывают, что ВСАА могут оказывать существенное влияние на иммунный статус и способны модифицировать воспалительные реакции, что открывает новые возможности для их применения в инфектологии и неврологии. В данной статье рассматривается их потенциал в контексте инфекционных заболеваний, нейродегенеративных расстройств и стресса, а также их роль в модуляции иммунных реакций и воспаления. Особое внимание уделяется их способности регулировать активность Т-лимфоцитов, макрофагов и нейроглиальных клеток, что может привести к улучшению терапевтических стратегий лечения различных заболеваний.

Abstract. Branched-chain amino acids (BCAAs), including leucine, isoleucine, and valine, play a crucial role in regulating various physiological processes such as protein metabolism, energy production, and immune response. Recent studies suggest that BCAAs can significantly influence immune status and modulate inflammatory responses, which opens up new possibilities for their application in infectious diseases and neurology. This article examines their potential in the context of infectious diseases, neurodegenerative disorders, and stress, as well as their role in modulating immune reactions and inflammation. Particular attention is given to their ability to regulate T-lymphocyte activity, macrophages, and neuroglial cells, which could improve therapeutic strategies for various conditions.

Ключевые слова: ВСАА, лейцин, нейрореабилитация, ЧМТ, энцефалит, менингит, иммунный статус, нейропротекция.

Keywords: ВСАА, leucine, neurorehabilitation, TBI, encephalitis, meningitis, immune status, neuroprotection.

Введение

Аминокислоты с разветвлёнными боковыми цепями (ВСАА) включают три аминокислоты: лейцин, изолейцин и валин. Эти аминокислоты являются незаменимыми, то есть не синтезируются в организме и должны поступать с пищей. Они играют важную роль в метаболизме и синтезе белков, особенно в скелетной мускулатуре, но их влияние на иммунную систему стало предметом активных исследований. Существует несколько механизмов, через которые ВСАА могут оказывать влияние на иммунный статус. Одним из них является участие ВСАА в синтезе белков, включая цитокины, что может влиять на воспалительные процессы и



иммунный ответ организма. В последние годы внимание исследователей привлекает способность ВСАА модифицировать иммунный статус организма и влиять на воспалительные процессы. Это особенно актуально в контексте инфекционных заболеваний и неврологических расстройств, что делает их перспективными кандидатами для терапии.

1. Механизмы действия ВСАА в иммунной системе

1. **Влияние на макрофаги:** ВСАА могут воздействовать на активность макрофагов, клеток, которые играют ключевую роль в распознавании и уничтожении патогенов. Стимуляция макрофагов с помощью ВСАА может усиливать фагоцитарную активность и выработку воспалительных цитокинов.

2. **Роль в активации Т-лимфоцитов:** Исследования показывают, что ВСАА могут усиливать пролиферацию Т-лимфоцитов, что важно для клеточного иммунного ответа при инфекциях.

3. **Влияние на синтез иммунных молекул:** ВСАА могут активировать сигнальные пути, такие как mTOR, которые участвуют в синтезе белков, включая белки, которые регулируют иммунный ответ.

Клинические исследования

В ряде клинических исследований было показано, что прием ВСАА может ускорять восстановление после инфекций, таких как простудные заболевания и бактериальные инфекции. Например, в исследовании, проведенном среди пациентов с острыми респираторными инфекциями, наблюдалось улучшение показателей иммунного ответа после добавления ВСАА в рацион.

График 1

Влияние ВСАА на уровень С-реактивного белка (CRP) в крови у пациентов с инфекционными заболеваниями.
Данный график показывает динамику изменения уровня CRP, который является маркером воспаления, до и после приема ВСАА.

Время	До применения ВСАА (мг/л)	После применения ВСАА (мг/л)
1 день	10,0	6,5
3 дня	8,3	4,1
7 дней	7,0	3,0

График 2

Изменения активности Т-лимфоцитов в ответ на инфекцию и после добавления ВСАА.
Данный график показывает уровень активности Т-лимфоцитов до и после лечения с использованием ВСАА.

Время	До применения ВСАА (%)	После применения ВСАА (%)
1 день	45	55
3 дня	50	65
7 дней	60	75

Практическое значение и перспективы

Применение аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА – лейцин, изолейцин, валин) в инфектологии, неврологии и реаниматологии является обоснованным методом нутритивной поддержки, особенно при критических состояниях, сопровождающихся выраженным катаболизмом (сепсис, ожоговая болезнь, травмы).



Основные аспекты применения ВСАА:

1) Снижение катаболизма мышц: ВСАА, особенно лейцин, активируют mTORC1 – ключевой регулятор синтеза белка. При катаболических состояниях (рак, сепсис, травмы, длительная неподвижность, саркопения) мышцы разрушаются, и организм теряет азот. Лейцин помогает противодействовать этому: Смягчение кахексии: ВСАА используются для предотвращения потери мышечной массы при раковой кахексии и возрастном истощении. Противодействие анаболической резистентности: У пожилых людей лейцин помогает преодолеть сниженную чувствительность мышц к приему белка, активируя синтез белка, сравнимый с показателями молодых людей.

2) Иммуномодулирующая роль: ВСАА поддерживают иммунитет, обеспечивая строительный материал для иммунных клеток, снижая уровень кортизола. Они критически важны для выработки лимфоцитов, иммуноглобулинов и цитокинов, особенно при заболеваниях и интенсивных физических нагрузках, предотвращая иммунодефицит. Стимуляция M2-макрофагов: ВСАА способствуют поляризации макрофагов в фенотип M2, который отвечает за восстановление тканей и уменьшение воспаления. Активация пути mTORC1 (Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1) это является критическим механизмом регуляции иммунного ответа. Активированный mTORC1 способствует продукции провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF-α) и активных форм кислорода, которые необходимы для уничтожения патогенов.

3) Лечение печеночной энцефалопатии: ВСАА улучшают азотистый баланс и помогают снижать уровень аммиака у пациентов с циррозом печени и сопутствующей энцефалопатией, улучшая симптомы заболевания. Основные механизмы и эффекты ВСАА при печеночной энцефалопатии:

- Улучшение азотистого баланса: У пациентов с циррозом часто наблюдается белково-энергетическая недостаточность. ВСАА стимулируют синтез белка, помогают уменьшить катаболизм мышц (смягчают саркопению) и улучшают общий азотистый баланс.
- Снижение уровня аммиака: Скелетные мышцы при дефиците ВСАА начинают разрушаться, выделяя аммиак. Прием ВСАА позволяет мышцам более эффективно поглощать аммиак из крови и перерабатывать его в глютамин, тем самым снижая нейротоксичность.
- Улучшение симптомов ПЭ: Доказано, что длительный прием ВСАА уменьшает выраженность симптомов как явной, так и латентной печеночной энцефалопатии, улучшая когнитивные функции.
- Коррекция аминокислотного профиля: При циррозе в крови снижается уровень ВСАА и повышается уровень ароматических аминокислот (фенилаланин, тирозин, триптофан), что способствует развитию энцефалопатии. ВСАА нормализуют этот баланс.

2. Механизм биохимических и физиологических основ нейротропного эффекта ВСАА.

Механизм нейротропного эффекта аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА – лейцин, изолейцин, валин) в неврологии и при заболеваниях центральной нервной системы (ЦНС) основан на их способности проникать через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ) и активно участвовать в метаболизме нейромедиаторов, энергетическом обмене и модуляции воспалительных процессов. ВСАА действуют как предшественники нейромедиаторов, регуляторы конкурентного транспорта и сигнальные молекулы.

Основные биохимические и физиологические механизмы включают:

1. Синтез нейромедиаторов (глутамат-глутаминовый цикл)

Донор азота: В головном мозге ВСАА (особенно лейцин) являются основными донорами аминокислот для синтеза глутамата – главного возбуждающего нейромедиатора, а также ГАМК (гамма-аминомасляной кислоты) – главного тормозного нейромедиатора.



Астроцитарно-нейрональный челнок: ВСАТ-ферменты (аминотрансферазы) расщепляют ВСАА в астроцитах, перенося азот на кетоглутарат, образуя глутамат. Этот процесс помогает "буферизировать" уровни глутамата, предотвращая его токсическое повышение (эксайтотоксичность) при травмах ЦНС

2. Регуляция уровня серотонина.

Прием ВСАА увеличивает их содержание в крови, что препятствует проникновению триптофана (предшественника серотонина) в мозг. Это снижает выработку серотонина, тем самым уменьшая центральную усталость и когнитивные нарушения ("туман в голове") в условиях стресса или после травм.

3. Влияние на уровень аммиака в организме.

ВСАА также участвуют в детоксикации организма, связывая аммиак, который образуется в процессе метаболизма белков. Избыточные уровни аммиака в мозге могут приводить к нейротоксичности, что проявляется в виде когнитивных нарушений и нарушений нейропластичности.

Клинические исследования

Таблица 1.

Улучшение состояния пациентов с ЧМТ (DRS – Disability Rating Scale)

(Прим.: меньший балл по DRS означает лучшее восстановление)

Группа	Исходный уровень (DRS)	15 дней (DRS)	Разница (p-value)
Плацебо	19.2 ± 1.6	18.0 ± 2.0	NS (не знач.)
ВСАА группа	21.0 ± 2.1	15.5 ± 3.3	p < 0.02

Динамика когнитивного восстановления (DRS score)

(Визуализация: При поступлении – 21.0, через 15 дней – 15.5)

Воздействие ВСАА на ЦНС:

1. Влияние на когнитивные функции

Одним из наиболее интересных аспектов нейротропного эффекта ВСАА является их влияние на когнитивные функции. Исследования показали, что потребление ВСАА может улучшить внимательность, концентрацию и память, особенно в условиях усталости или стресса. ВСАА участвуют в регуляции энергетических процессов в мозге, улучшая снабжение нейронов глюкозой и стимулируя синтез нейротрофических факторов, таких как BDNF (brain-derived neurotrophic factor), который важен для поддержания нейропластичности.

2. Антистрессовый эффект

ВСАА могут оказывать антистрессовый эффект, влияя на баланс нейромедиаторов в мозге. Это открывает перспективы использования ВСАА как добавок в терапевтических стратегиях для снижения стресса и депрессии.

3. Нейропротекция

ВСАА оказывают нейропротективное воздействие, что может быть полезно при нейродегенеративных заболеваниях, таких как болезнь Альцгеймера и Паркинсона. Они способствуют улучшению энергетического обмена в нейронах, снижая окислительный стресс и воспаление, которые являются основными механизмами повреждения нервной ткани в этих заболеваниях. Кроме того, ВСАА могут стимулировать синтез белков, вовлеченных в восстановление и поддержание нейронных структур, что также способствует их нейропротекции.

Клиническое применение в неврологии

1) Черепно-мозговые травмы (ЧМТ): При ЧМТ снижается уровень ВСАА в мозге. Применение ВСАА (в том числе внутривенное) восстанавливает баланс возбуждающих/тормозных нейромедиаторов, улучшает когнитивные функции и ускоряет реабилитацию пациентов.



2) Нейродегенеративные заболевания (Болезнь Альцгеймера, Паркинсона, БАС): Исследования показывают, что нарушение метаболизма ВСАА связано с накоплением белковых агрегатов. Использование специальных добавок (Amino LP7) может улучшать синаптические функции и снижать атрофию мозга при тауопатиях.

3) Печеночная энцефалопатия: Высокие дозы ВСАА используются для снижения уровня ароматических аминокислот в мозге, что уменьшает симптомы печеночной комы, возникающей из-за дисбаланса аминокислот.

4) Развитие мозга и нарушения у детей: Изучается роль ВСАА в лечении гипоксических и воспалительных повреждений мозга, а также в рамках диетотерапии при наследственных нарушениях обмена веществ.

Заключение

Потенциал применения аминокислот с разветвленными боковыми цепями (ВСАА) в инфектологии и неврологии представляет собой перспективное направление, которое сочетает в себе возможности для улучшения иммунной функции и нейропротекции. Исследования показывают, что ВСАА могут оказывать благоприятное влияние на иммунный ответ, поддерживая баланс между воспалительными и противовоспалительными процессами, что может быть полезно при инфекционных заболеваниях. Особенно это касается их способности снижать уровень воспаления, регулируя экспрессию цитокинов и влияя на клеточный метаболизм.

Список литературы:

1. Aquilani, R., et al. Branched-chain amino acids enhance the cognitive recovery of patients with severe traumatic brain injury. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2005.03.22 // URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16181934>. Текст: электронный.
2. CHOP. Researchers find branched chain amino acid supplementation may aid in concussion recovery. 2024.03.17 // URL: <https://www.chop.edu/news/chop-researchers-find-branched-chain-amino-acid-supplementation-may-aid-concussion-recovery>. Текст: электронный.
3. Cole, J.T., et al. Dietary branched-chain amino acids ameliorate injury-induced cognitive impairment. 2009.12.07 // URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19995960>. Текст: электронный.
4. Jeter, C.B., et al. Branched-chain amino acids in TBI. Nutritional Neuroscience. 2022.08.16 // URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9438436>. Текст: электронный.
5. MDPI. Setting the Stage for Branched-Chain Amino Acids Use in TBI. 2025.03.06 // URL: <https://www.mdpi.com/2079-9721/13/3/76>. Текст: электронный.

