

## РОЛЬ ГОЛОВОК ТРЕХГЛAVОЙ МЫШЦЫ ГОЛЕНИ В РЕАЛИЗАЦИИ КЛОНУСА У ПАЦИЕНТОВ ДЦП С ЭКВИНУСНОЙ УСТАНОВКОЙ СТОП

Звозиль А.В., Новиков В.А., Умнов В.В., Винокурова Т.С., Александрова Н.М.

*ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, e-mail: novikov.turner@gmail.com*

**Цель:** выявить степень участия каждой из головок трехглавой мышцы голени в реализации клонуса у пациентов с ДЦП с эквинусными установками стоп. Были обследованы 20 детей со спастической формой ДЦП (8 мальчиков, 12 девочек), имеющих сходную клиническую картину, представленную изолированным поражением дистальных отделов нижних конечностей в виде эквинусной контрактуры, сочетающейся с клонусами стоп без значимой неврологической асимметрии. Использовали клинический метод обследования, данные электромиографии и УЗИ-исследование трехглавой мышцы голени. Проведенное исследование показало, что клонус стоп у детей с ДЦП, имеющих эквинусную установку стоп, возникает при ходьбе преимущественно в задней фазе шага и усиливает неустойчивость ребенка. Одновременное использование электромиографического и УЗИ-исследования мышц в режиме реального времени позволило доказать участие каждой головки трехглавой мышцы голени в возникновении клонуса с однотипной мышечной активностью. Полученные результаты позволяют сделать однозначный вывод о том, что пациентам с ДЦП, имеющим эквинусную установку стоп при наличии клонуса, целесообразно купировать последний. Среди хирургических методов лечения можно использовать селективную невротомию большеберцового нерва, включающую в себя воздействие на его моторные ветви, иннервирующие все головки трехглавой мышцы голени.

Ключевые слова: церебральный паралич, клонус, электромиография.

## THE ROLE OF THE HEADS OF THE TRICEPS CALF MUSCLE IN THE IMPLEMENTATION OF CLONUS IN PATIENTS WITH CEREBRAL PALSY WITH EQUINUS FOOT

Zvozil A.V., Novikov V.A., Umnov V.V., Vinokurova T.S., Aleksandrova N.M.

*G.I. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint-Petersburg, e-mail: novikov.turner@gmail.com*

**Objective:** to determine the degree of participation of each of the heads of the triceps muscle of the leg in the implementation of clonus in patients with cerebral palsy with equinus feet. We examined 20 children with spastic cerebral palsy (8 boys, 12 girls) with a similar clinical picture, represented by an isolated lesion of the distal lower extremities in the form of equinus contracture, combined with foot clonus without significant neurological asymmetry. We used the clinical method of examination, electromyography and ultrasound data - a study of the triceps muscle of the leg. The study showed that foot clonus in children with cerebral palsy, who have an equinus foot position, occurs when walking mainly in the back phase of the step and increases the child's instability. The simultaneous use of electromyographic and real-time ultrasound examination of muscles made it possible to prove the participation of each head of the triceps muscle of the leg in the occurrence of clonus with the same type of muscle activity. The results obtained allow us to make an unambiguous conclusion that it is advisable to stop the latter in patients with cerebral palsy who have an equinus foot position in the presence of clonus. Among the surgical methods of treatment, selective neurotomy of the tibial nerve can be used, which includes the impact on its motor branches that innervate all the heads of the triceps muscle of the leg.

Keywords: cerebral palsy, clonus, electromyography.

Двигательные нарушения у детей с церебральным параличом возникают в результате освобождения структур ствола от субординационных влияний из больших полушарий головного мозга. К основным клиническим проявлениям ДЦП относятся гиперкинезы, парезы мышц, характеризующиеся изменением тонуса мышц, и нарушение координации [1, 2, 3].

Устойчивость вертикальной позы зависит во многом от пострурального контроля, т.е. от способности управлять положением собственного тела в пространстве для достижения необходимой ориентации и стабильности. Кроме этого, для удержания вертикальной позы крайне важно сохранять нормальную биомеханику движений в суставах нижних конечностей.

Мышечный дисбаланс приводит к возникновению различных деформаций чаще всего в дистальных отделах верхних и нижних конечностей. Деформации стоп диагностируются у 60% больных детским церебральным параличом, при этом не менее 40% больных с деформациями стоп требуют хирургического вмешательства [4].

Двигательные нарушения у детей с ДЦП носят первичный характер и связаны с мышечно-тоническими расстройствами. Формирование двигательных нарушений вторично происходит в процессе роста и развития ребенка на фоне моторно-вегетативного рассогласования и характеризуется контрактурами, деформациями и патологическими установками [1, 5].

В клинической картине заболевания у детей с ДЦП наиболее часто (до 70% случаев) встречается эквинусная установка стоп [4, 5], что первично обусловлено гипертонусом трехглавой мышцы голени (ТМГ). Спастическое сокращение икроножных мышц в сочетании с относительной слабостью малоберцовых мышц приводят к подошвенному сгибанию стопы и опоре на носок. При ходьбе пациент начинает нагружать передний отдел стопы, что приводит к фиксированному подошвенному сгибанию в голеностопном суставе. В большинстве случаев эквинусные деформации проявляют себя раньше, чем патологические изменения других отделов опорно-двигательного аппарата, быстро прогрессируют и значительно ухудшают двигательные возможности пациентов. Эти патологические установки могут сочетаться с клонусом стоп, ухудшая опороспособность всей нижней конечности и нарушая координацию движений [6, 7]. Основной причиной развития стойких, фиксированных контрактур у детей с ДЦП является отсутствие периодов полного растяжения мышцы за счет постоянного повышенного тонуса, что на фоне роста ребенка приводит к постепенному формированию анатомического несоответствия длины спазмированных мышц костным сегментам пораженной конечности [8, 9]. В дальнейшем повышенный тонус и укорочение трехглавой мышцы голени (ТМГ) ведут к ограничению амплитуды движений в голеностопном суставе и могут вызвать деформацию костей стопы [10, 11].

Эквинусные контрактуры (ЭК) у детей с ДЦП можно разделить на тонические (первичные) и фиксированные (вторичные). Тоническая ЭК возникает из-за повышенного рефлекса растяжения ТМГ, а вторичные являются результатом укорочения всех или части ее головок. Несмотря на достаточно подробное изучение нарушений мышечного тонуса по типу спастичности, роль ритмических его нарушений в виде клонуса у детей с ДЦП, имеющих ЭК,

в литературе представлена недостаточно. В настоящее время нет данных, показывающих роль каждой головки ТМГ в формировании клонуса стоп. Решение данного вопроса позволит оптимизировать лечение за счет понимания патофизиологических процессов формирования клонуса и его влияния на эквинусную контрактуру.

В нашей работе [12], посвященной методам коррекции эквинусных контрактур у детей с ДЦП, мы проанализировали возможное влияние клонуса на частоту рецидива контрактуры в голеностопном суставе. Оказалось, что из 44 случаев, где с возрастом наступил рецидив контрактуры после удлинения ахиллова сухожилия или операции Страйера, в 22 случаях (50%) отмечен той или иной степени выраженности клонус (камбаловидный или тотальный) как показатель максимально существенного гипертонуса трехглавой мышцы голени. Это может свидетельствовать об отсутствии значимых взаимосвязей между данными показателями. В том и другом случае истоцимый характер его преобладал над неистоцимым (в соотношении соответственно 8/2 и 9/3).

Цель исследования: определить роль каждой из головок трехглавой мышцы голени в формировании клонуса стоп у больных ДЦП с эквинусной контрактурой.

#### **Материалы и методы исследования**

Были обследованы 20 детей со спастической формой ДЦП (8 мальчиков, 12 девочек), имеющих однотипную клиническую картину, представленную только изолированным поражением дистальных отделов нижних конечностей в виде эквинусной контрактуры, сочетающейся с клонусами стоп без неврологически значимой асимметрии. Средний возраст детей составил 11 лет 4 месяца (от 9 лет 3 месяцев до 12 лет 6 месяцев). Степень выраженности двигательных нарушений обследованных детей соответствовала II–III уровню по шкале GMFCS. Повышение тонуса ТМГ, представленное спастичностью, соответствовало III баллам по шкале Ашворта. В рамках проведенного исследования всего выполнили 80 обследований на 40 конечностях, включающих 40 электромиографических исследований и 40 УЗИ-исследований. В ходе клинического обследования определяли выраженность спастичности ТМГ по шкале Ашворта, оценивали уровень двигательных возможностей по шкале GMFCS, условия возникновения и угасания клонуса.

При инструментальных методах исследования клонус вызывали в положении сгибания в коленном суставе до 140° путем растяжения мышц задней поверхности голени с помощью пассивной резкой тыльной флексии стопы. Поверхностную электромиографию выполняли с помощью многофункционального компьютерного комплекса НЕЙРО МВП – 4 («НЕЙРОСОФТ», Иваново, 2005). Исследовались все три головки ТМГ (медиальная икроножная, латеральная икроножная, камбаловидная) в покое и при активной подошвенной флексии на обеих конечностях.

Изучали условия возникновения и исчезновения клонуса, регистрируя амплитуду электроактивности (МкВ), частоту потенциала действия (колебаний в секунду), амплитуду клонуса (МкВ). Длительность самоистощения клонуса оценивали за счет регистрации момента возникновения и момента полного исчезновения реакции (мин). Для уточнения особенностей формирования клонуса в ТМГ, помимо электромиографии, мы одновременно проводили УЗИ-исследование данной мышцы в режиме реального времени. Мы использовали УЗИ-аппарат фирмы «Sonosite» с линейным датчиком 8 МГц. Мышцы сканировались в поперечном срезе в зоне максимального поперечного диаметра. Визуально оценивали участие головок ТМГ во время клонуса.

Статистическую обработку полученных результатов выполняли с помощью программы STATISTICA for Windows 7. Сопоставление частотных характеристик, качественных показателей проводили с помощью непараметрических методов, двухстороннего критерия Фишера для малых групп.

Законные представители пациентов дали письменное информированное согласие на публикацию клинических наблюдений и фотоматериалов.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

При клиническом осмотре детей с эквинусной контрактурой, сочетающейся с клонусом стоп, установили, что степень спастичности ТМГ соответствовала 3 баллам по шкале Ашворта, контрактура была фиксированной в пределах  $110 \pm 5^\circ$ , тест Сервершельда положительный. Клонуса стоп без осевой нагрузки не наблюдали, он возникал при попытке встать или в толчковой фазе шага, что, соответственно, увеличивало неустойчивость ребенка. Субъективно больные воспринимали клонус как неприятные ощущения со снижением опороспособности стопы и не могли его контролировать. При искусственно вызванном клонусе его продолжительность варьировала от 15–20 секунд до 1 минуты. Клонус удавалось купировать разгибанием в коленном суставе в пределах  $150\text{--}170^\circ$ .

По данным электромиографического исследования у 4 пациентов в «покое» были выявлены спонтанные потенциалы амплитудой до 50 Мкв, что может быть обусловлено «растормаживанием» спинальных центров при поражении центрального мотонейрона. У остальных пациентов электроактивность в покое не регистрировали.

Таблица 1

Электрическая активность икроножной и камбаловидной мышц при активном подошвенном сгибании стопы ( $M \pm m$ )

Сторона	Электрическая активность в Мв ( $M \pm m$ )
---------	---------------------------------------------

	Медиальная головка ТМГ	Латеральная головка ТМГ	Камбаловидная голова ТМГ
Правая	152,4±17,4	156,7±15,4	156,4±16,3
Левая	162,7±14,1	173,5±13,2	149,4±15,4

При активной подошвенной флексии в параллельно расположенных спастических мышцах голени достоверной асимметрии амплитуды электроактивности не наблюдали (табл. 1). Регистрировали низкоамплитудную кривую на фоне снижения частоты потенциалов до 80,4±6,4 кол/с при норме 200–300 кол/с. Структура ЭМГ у 56% детей характеризовалась «залповой» активностью. Подобные нарушения амплитудно-частотных показателей характерны для больных ДЦП с фиксированными контрактурами и частичным ограничением подвижности в суставах.

Клонус регистрировали в виде множественных ритмичных сокращений параллельно расположенных спастических мышц голени. Электрическая активность не имела достоверных различий справа и слева, что отражено в таблице 2.

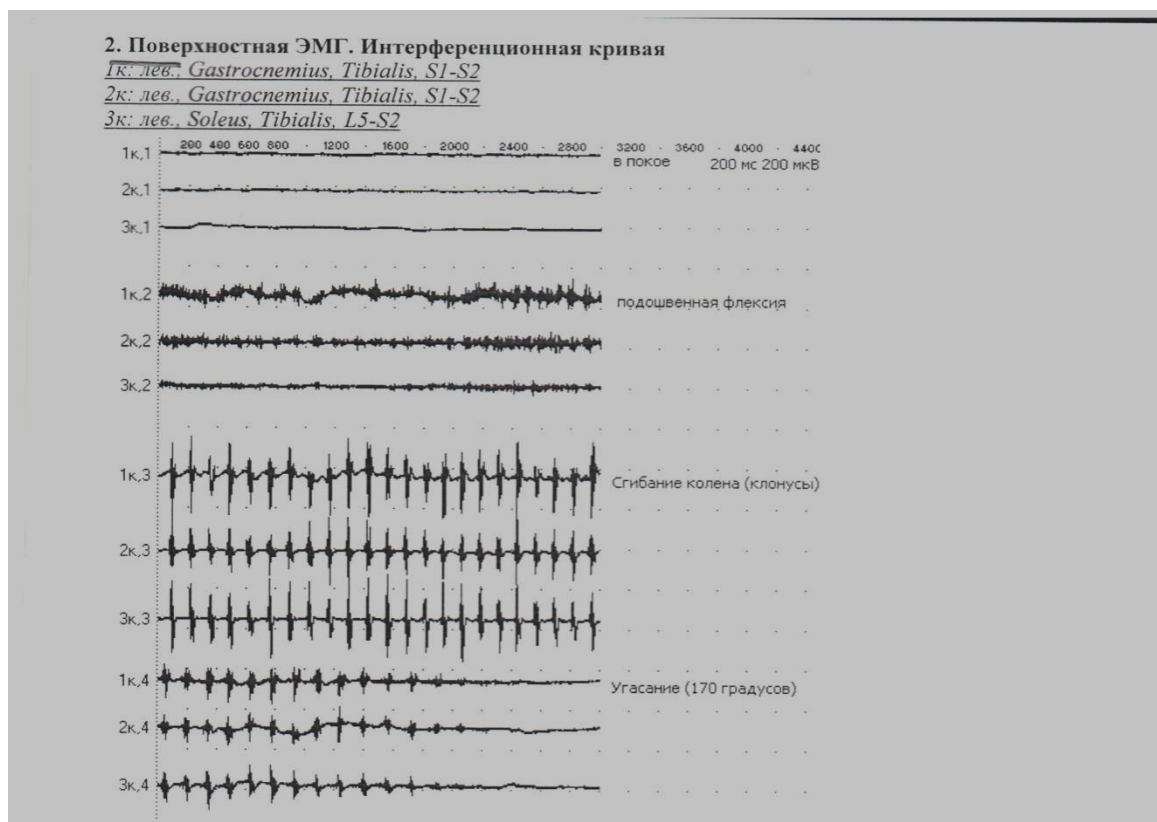
Таблица 2

Электрическая активность клонуса икроножной и камбаловидной мышц (M±m)

Мышца сторона	Электрическая активность в Мв (M±m) n=40		
	Икроножная медиальная	Икроножная латеральная	Камбаловидная
Правая	209,7±15,4	199,4±17,1	183,4±12,5
Левая	219,0±12,4	208,9±14,2	176,2±16,5

Амплитуда электрической активности медиальной и латеральной головок трехглавых мышц голени при клонусе была достоверно выше ( $p < 0,05$ ), чем амплитуда этих мышц при подошвенной флексии.

В камбаловидной мышце справа и слева достоверных различий этих показателей не выявлено. Длительность клонуса в среднем составила 1,4±0,15 мин (рисунок).



*Результаты электромиографии трехглавой мышцы голени пациента С. 13 лет с диагнозом ДЦП. Спастическая диплегия. Эквинусная установка стоп. Электромиография осуществлялась в покое, при подошвенной флексии, во время искусственно вызванного клонуса и его угасании*

Особо хотелось бы отметить, что при искусственно вызванном клонусе регистрируемая мышечная активность однотипна и наблюдается во всех трех головках. Исчезновение клонуса на ЭМГ наблюдали при разгибании коленного сустава в пределах 150–170°.

УЗИ-исследование трехглавой мышцы голени во время клонуса в режиме реального времени также показало участие всех головок данной мышцы у всех обследованных пациентов.

Проведенные обследования выявили, что наличие клонуса у детей с ДЦП, имеющих эквинусную установку стоп, указывает на проявление максимально высокой степени возбудимости рефлекторной дуги спинного мозга. Это клинически проявляется наличием у них одновременно как тонической реакции мышц в виде спастичности, так и ритмической в виде клонуса, что отягощает клинические проявления эквинусной контрактуры и обуславливает необходимость купирования этих симптомов. Среди методов лечения, способствующих купированию данных симптомов, рассматривают ботулинотерапию, имплантацию баклофеновой помпы, селективную невротомию большеберцового нерва [12–14]. Однако, на наш взгляд, первые два метода использовать для решения данной проблемы

нецелесообразно, поскольку ботулинотерапия дает временный эффект и с последующим применением теряет свою результативность, а имплантация баклофеновой помпы в основном применяется при генерализованной форме спастичности и связана с риском грозных осложнений в виде менингоэнцефалита, синдрома отмены [13–15]. Поэтому оптимально использовать селективную невротомию, поскольку она лишена этих недостатков.

В литературе широко представлена точка зрения, что для купирования спастичности у больных ДЦП с эквинусной контрактурой показана селективная невротомия большеберцового нерва с воздействием только на его двигательную ветвь, иннервирующую камбаловидную мышцу [14, 16]. Однако, согласно полученным данным, этого может быть недостаточно, так как клонус в равной степени выражен во всех трех головках трехглавой мышцы голени.

### **Заключение**

Клонус трехглавой мышцы голени у больных ДЦП с эквинусной контрактурой голеностопного сустава наблюдается в равной степени во всех трех ее головках. Это косвенно свидетельствует о целесообразности выполнения селективной невротомии, включающей воздействие на все три двигательные ветви большеберцового нерва, иннервирующего трехглавую мышцу голени.

### **Список литературы**

1. Phadke C.P., Balasubramanian C.K., Ismail F., Boulias C. Revisiting physiologic and psychologic triggers that increase spasticity. American journal of physical medicine & rehabilitation. Association of Academic Physiatrists. 2013. vol. 92. no. 4. P. 357-69.
2. Miller F. Cerebral palsy. Springer, New York, NY, 2005. 1055 p.
3. Hurvitz E.A., Peterson M., Fowler E. Muscle tone, strength and movement disorders. Cerebral palsy: science and clinical practice. London: Mac Keith Press, 2014. P. 381-406.
4. Karamitopoulos M.S., Nirenstein L. Neuromuscular Foot: Spastic Cerebral Palsy. Foot Ankle Clinic. 2015. vol. 20. no. 4. P. 657-668.
5. Kedem P., Scher D.M. Foot deformities in children with cerebral palsy. Current Opinion Pediatrics. 2015. vol. 27. no. 1. P. 67-74.
6. Boyraz I., Uysal H. Clonus: definition, mechanism, treatment. Medicinski Glasnik (Zenica). 2015. vol. 12. no. 1. P. 19-26.
7. Phadke C.P., Pauley T., Sharma S., Ismail F., Boulias C. Functional Impact of Ankle Clonus Based on Patient Perceptions. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2015. vol. 96. no. 10. P. 13-14.

8. Sees J.P., Miller F. Overview of foot deformity management in children with cerebral palsy. *Journal of Childrens Orthopaedics*. 2013. vol. 7. no. 5. P. 373-377.
9. Hill R.S. Ankle equinus. Prevalence and linkage to common foot pathology. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1995. vol. 85. no. 6. P. 295-300.
10. Crowner B.E., Racette B.A. Prospective study examining remote effects of botulinum toxin in children with cerebral palsy. *Pediatric Neurology*. 2008. vol. 39. no. 4. P. 253-258.
11. Liew P.Y., Stewart K., Khan D., Arnup S.J., Scheinberg A. Intrathecal baclofen therapy in children: an analysis of individualized goals. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2018. vol. 60. no. 4. P. 367-373.
12. Умнов В.В., Звозиль А.В., Нейроортопедический подход к коррекции эквинусной контрактуры у больных спастическими параличами. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2014. № 1 (2). С. 27-31.
13. Bayhan I.A., Sees J.P., Nishnianidze T., Rogers K.J., Miller F. Infection as a Complication of Intrathecal Baclofen Treatment in Children With Cerebral Palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2016. vol. 36. no. 3. P. 305-309.
14. Douté D.A., Sponseller P.D., Tolo V.T., Atkins E., Silberstein C.E. Soleus neurectomy for dynamic ankle equinus in children with cerebral palsy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (Belle Mead NJ)*. 1997. vol. 26. no. 9. P. 613-616.
15. Батышева Т.Т. Детский церебральный паралич - актуальный обзор // *Доктор.ру*. 2012. № 5. С. 40-44.
16. Van Bommel A.F., Van Den Bekerom M.P., Verhart J., Vergroesen D.A. Preliminary results of 97 percutaneous gastrocnemius muscular lengthening operations in neurologically healthy children with an equinus contracture. *Journal of Foot & Ankle Surgery*. 2012. vol. 18. no. 3. P. 160-163.