

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**МЕЛЬНИЧУК Сергій Костянтинович** – кандидат психологічних наук, доцент кафедри соціальної роботи соціальної педагогіки та психології Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* впевненість, асертивність, юнацький вік.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

УДК: 681.784.8:616.832.21-002

**MELNYCHUK Sergiy Kostyantynovich** –

Candidate of Psychology, Associate Professor of the Department of Social Robots of Social Pedagogy and Psychology of the Centralukrainian Volodymyr Vynnychenko State Pedagogical University.

*Circle of scientific interests:* self-confidence, assertiveness, youthful age.

*Стаття надійшла до редакції 19.05.2019 р.*

**МОГА Николай Данилович** –

кандидат педагогических наук, докторант кафедры ортопедагогики, ортопсихологии и реабилитологии Национального педагогического университета имени М. П. Драгоманова, e-mail: moga2003@ukr.net

**ВОЗМОЖНОСТИ МИОТОНОМЕТРИИ В ДИАГНОСТИКЕ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА СО СПАСТИЧЕСКИМИ ПАРЕЗАМИ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО И СПИНАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Постановка и обоснование актуальности проблемы.** Поскольку спастичность отражается, прежде всего, в состоянии мышц, особенностях функционирования мышечных волокон, первичный интерес для нас представляют методы диагностирования состояния мышечного корсета ребёнка со спастическими формами парезов церебрального или спинального уровней. Существует множество методов, техник, методик исследования возможности мышечной системы, которые рассматривались нами в более ранних публикациях [1]. Однако при этом главным проблемным моментом в этих методиках было признано наличие высокой степени субъективности обследования мышцы диагностом. Прежде всего, это относится к визуальному обследованию, когда только зрительно определяются степень пространственной выраженности мышечного рельефа, напряжения мышечных волокон, локализация спазмов, сила активного преодоления сопротивления и т.д. Достаточно высокая степень субъективности наблюдается и при пальпаторном виде обследования, когда каждый диагност сам определяет для себя степень удлинения или укорочения мышцы испытуемого, её тонического напряжения с учётом множества факторов, влияющих на эти ощущения. К таким факторам можно отнести стаж работы

специалиста с детьми данного контингента, степень чувствительности его рук, способность оценивать эластичность кожи подкожного, особенности его подкожного жирового слоя, психического состояния, анамнеза и т.д. Мы понимаем, что многое в медицине и педагогике основано на субъективных ощущениях врача или педагога, но целесообразность не должна вызывать сомнения, потому что субъективна. В конце концов всем всегда так или иначе управляет конкретный человек со своими индивидуальными личностными особенностями. На наш взгляд, необходимо найти условную «золотую середину», когда отработанные и довольно точные, несмотря на все свои недостатки, методики будут гармонично дополнены современными аппаратными (инструментальными) методами исследования. К числу таких, более объективных, точных, математически аргументированных подходов в диагностике следует отнести метод мышечной тонометрии (миотонотрии).

**Анализ последних исследований и публикаций.** Миотонотрия – метод определения тонуса мышц (эластичности, твердости, упругости) с помощью различных механических или электромеханических аппаратов. Основной принцип проведения миотонотрического исследования заключается в следующем: щуп тонометра погружают в исследуемую мышцу,

предварительно поставив его вертикально (перпендикулярно поверхности исследуемого мышечного участка), и по шкале в условных единицах (миотонах) измеряют сопротивление, оказываемое мышцей. При улучшении функционального состояния мышц увеличиваются амплитуда и показатель мышечного тонуса (разница между напряжением и расслаблением). При утомлении (переутомлении) мышцы амплитуда уменьшается, а тонус покоя несколько повышается. Снижаются или искажаются нормативные показатели состояния тонуса и при спастичности мышц, возникшей при угнетении или травме центральной нервной системы на черепно-мозговом или спинальном уровнях.

Для динамической миотометрии более удобен прибор, представляющий собой стандартный груз со специальным щупом, который свободно перемещается внутри полой трубки. На шкале прибора видны малейшие перемещения щупа. При понижении тонуса мышцы щуп, естественно, углубляется, а при повышении – приподнимается.

Интересно, что любое психоэмоциональное воздействие (стресс) предполагает определенный ответ со стороны мышечной системы – реакции по типу «борьба – бегство», что сопровождается изменениями активности вегетативной нервной системы. При различных психоэмоциональных расстройствах наблюдается хроническое психомышечное напряжение и вегетативные расстройства в виде гипер- и гипотензии, нарушений сердечного ритма, дискинезий желудочно-кишечного тракта и др.

Вегетативные реакции трудно поддаются сознательному контролю и коррекции, а вот напряжением мышц можно управлять, корректируя их состояние различными методами воздействия [3].

Существующие объективные (инструментальные) способы тонометрии можно условно разделить на две группы: **статические** и **динамические**. Статические тонометры вызывают прогиб мышцы своим весом, а пружинные – с помощью усилия пружины (фото 1, 2). Все приборы для этих целей позволяют деформировать мышцу и измерить величину этой деформации.

Безусловно, желательно проводить исходные и итоговые исследования состояния мышечного тонуса одним и тем же прибором, чтобы исключить даже случайные погрешности. Или, хотя бы, чтобы это были приборы одного класса, одной фирмы, одного временного ресурса выработки. Ещё один

важный момент, который следует обсудить: кончик щупа, который при обследовании мышцы погружается в мышечные волокна, должен быть стандартизированным и адекватным возрасту обследуемых испытуемых. Например, будет ли корректным использовать в изучении особенностей мышечного тонуса у детей раннего возраста щуп прибора, предназначенного для изучения тонических свойств мышц взрослого человека? Возможно, нужна дифференциация миотометров для их применения по отношению к детям или взрослым. С другой же стороны, эта дифференциация и, соответственно, изменение площади кончика щупа приведёт к тому, что будет невозможно сравнить в динамике показатели тонометрии одного человека от его детского возраста до взрослого состояния.

*Миотометрия* в оценке функциональных возможностей мышц. Рассмотрим предлагаемый опыт исследования функционального состояния паретичных мышц, осуществлённый с помощью миотометрии [3; 4]. Измерения проводились на четырехглавой мышце бедра миотометром фирмы «Сирмаи». Тарировка прибора осуществлялась путем его приложения к стандартной твердой поверхности. При этом стрелка миотометра должна показывать максимальное значение по исследуемой шкале. Определялись показатели: а) произвольного тонуса мышц или тонуса покоя ( $T_p$ ); б) твердость мышцы, измеряемая в условиях предельного ее напряжения или тонуса напряжения ( $T_n$ ); в) способность к произвольному расслаблению мышцы или тонус эластичности –  $T_э$  (показатель тонуса после расслабления от  $T_n$ ); г) амплитуда мышечного тонуса ( $A_t$ ) – разность тонуса напряжения и покоя; д) разность тонуса эластичности и покоя ( $T_э - T_p$ ) – остаточный тонус ( $T_о$ ).

Показатель тонуса покоя у обследуемого измерялся в исходном положении лежа на спине. Пружинный миотометр устанавливали на четырехглавой мышце бедра и регистрировали изучаемые показатели. Далее пациенту предлагалось максимально напрячь исследуемую группу мышц для определения тонуса напряжения. Тонус эластичности измерялся во время произвольного расслабления мышцы с установкой пациенту акцентировать внимание на процессе максимального расслабления.

«Миотометрия» приборами различных конструкций (фото 1, 2) и

сопоставление с данными кинестезической тонометрии невозможны по одной существенной причине: инструментальный способ позволяет регистрировать один единственный показатель – деформацию мышцы. Даже регистрация этого показателя через короткие промежутки времени (миотонография) не может считаться адекватной поставленной цели.

**Целью статьи** является изучение метода миотонометрии и способов диагностирования с определением мышечного тонуса.

**Изложение основного материала исследования.** С учетом изложенного, для достижения более высокой точности в показателях при сопоставлении инструментального способа с кинестезическим определяемым тонусом (значит, для повышения точности), нами разработана *оригинальная методика переменнo-дискретной тонометрии* в любой позиции мышцы. Сущность ее сводится к регистрации прогиба мышцы при переменном внешнем усилии, меняющемся от 0 до 5000 г. В этом случае деформация мышцы выражается рядом чисел, характеризующих степень ее деформации, что создает возможность графической регистрации этой зависимости. Для реализации этого принципа предлагается миотонометр, позволяющий дозировать силу внешнего (тестирующего) усилия и соответствующие этим величинам показатели деформации мышцы. Прибор имеет штوك 1, соединенный с опорной площадкой 2, позволяющий передавать перемещения опорной площадки и щупа 3 по отношению друг к другу. Щуп 3 с резиновым наконечником 4 погружается в толщу мышцы под влиянием пружины 5, заключенной в кожух 8. Сила сжатия пружины определяется шкалой 9, нанесенной на корпус щупа в верхней части. При сжатии пружины выдвигается щуп, погружается в мышцу, при этом опорная площадка остается на поверхности кожи. Эта разница уровней передается штоку, свободно перемещающемуся в прорези 6, вверх к втулке 7 с укрепленным на ней измерительным прибором или преобразователем линейных перемещений (часовой индикатор, резистор и др.). Пружина служит для возврата опорной площадки на исходный уровень (Рис.1).

Очевидно, что малому внешнему усилию соответствует малая деформация, большому – значительная. Это положение остается справедливым лишь в общих чертах: мышцы с различным исходным уровнем тонуса по-разному отвечают на переменное

внешнее усилие. При вялом, слабом исходном напряжении мышцы происходит глубокое погружение щупа, при твердой мышце щуп встречает более энергичное противодействие.

Естественно, что такая реакция мышцы не является свидетельством простого взаимодействия уплотненного субстрата и внешней силы. В такой комбинации графическая зависимость имела бы вид восходящей прямой, тогда как нормальная, гипотоничная и гипертоническая мышцы по-разному отвечают на одну и ту же нагрузку. Следовательно, эта реакция отражает различную степень перестройки внутренней структуры мышцы, индуцируемой внешним проприоцептивным раздражителем. Очевидно, что перестройка этой структуры мышцы может быть только рефлекторным процессом. В этом отношении переменнo-дискретную тонометрию можно представить как один из способов количественной рефлексометрии. Следует оговориться, что результаты миотонометрии зависят от толщины подкожно-жировой клетчатки. При избыточной подкожно-жировой клетчатке начальные усилия, создаваемые тонометром, пойдут на ее деформацию, не отражая плотности мышцы. Таким образом, наиболее информативным можно считать показатели, регистрируемые в ответ на усилие в 2, 3, 4 кг – соответственно. Показатель тонуса по регистрирующему прибору при 2 кг усилия (ПТ2, ПТ3, ПТ4).

Количественная статистическая оценка изменений тонуса полезна в статистической оценке эффекта лечения. Для этого графический способ измерения нами преобразован в математическое выражение.

Для вычисления использовались усредненные показатели тонуса:

т.е. тонус для 2 кг УПТ 2= (ПТ D2+ПТ S2) / 2;

для 3 кг УПТ 3= УПТ 3= (ПТ D2+ПТ S2) / 2;

для 4 кг УПТ 4= (ПТ D4+ПТ S4) / 2;

где D – правая трапецевидная мышца, S – левая.

Для выявления изменений тонуса до и после проведенного лечения (ПИР) были введены показатели среднего тонуса (ПСТ), который вычислялся по формуле:

ПСТ= (УПТ2+УПТ3+УПТ4) / 3, а также показатель изменения тонуса (ПИТ) до и после проведения релаксационных процедур (ПИР, ПРР, массаж, медикаментозные препараты), который вычисляется по формуле:

Показатель изменения тонуса (ПИТ) = Предварительный (исходный) показатель

среднего тонуса (ПСТ) до релаксационной процедуры, минус ПСТ после соответствующей процедуры» [2].



Фото 1



Фото 2

Определённый интерес представляет для нас также способ миотонометрии для больных вертеброгенной патологией [5]. Данное изобретение относится к медицине и с успехом может быть использовано в неврологии и коррекционной педагогике для определения мышечного тонуса у больных с вертеброгенной патологией. С его помощью можно проводить комплексную оценку тонуса групп мышц позвоночника и конечностей в горизонтальном и вертикальном положении больного механическим миотонометром с дозированным воздействием. Отличительной особенностью данного способа является то, что оценку мышечного тонуса производят в 13 стандартных отделах при постепенном увеличении дозированной нагрузки от 0,5 кг до 2 кг путем установки шупа миотонометра на определенные топографические точки

справа и слева:

1 – угол нижней челюсти для характеристики ствола головного мозга по состоянию тонуса жевательных мышц;

2 – паравертебрально на уровне VII шейного позвонка, на 2 см отступив от остистых отростков в стороны, для характеристики шейного отдела;

3 – по среднключичной линии в проекции 4 ребра для характеристики передней группы мышц груди;

4 – на уровне VII грудного позвонка, на 2 см отступив от остистых отростков в стороны, для характеристики задней группы мышц грудного отдела позвоночника;

5 – на уровне пупка, на 5 см отступив от срединной линии, для характеристики брюшных мышц;

6 – паравертебрально на уровне III поясничного позвонка, на 2 см отступив от остистых отростков в стороны, для характеристики поясничного отдела позвоночника;

7 – на уровне V поясничного позвонка, отступив на 15 см в стороны, для характеристики ягодичной мышцы;

8 – на 15 см проксимально от коленной чашечки по средней линии для характеристики передней группы мышц бедра;

9 – на 15 см проксимальнее коленной чашечки по медиальной линии для характеристики медиальной группы мышц бедра;

10 – на 15 см проксимальнее коленной чашечки по латеральной линии для характеристики латеральной группы мышц бедра;

11 – на 15 см проксимальнее подколенной ямки по задней линии для характеристики задней группы мышц бедра;

12 – на 15 см дистальнее от коленной чашечки по передней поверхности, отступив на 2 см от края большеберцовой кости, для характеристики передней группы мышц голени;

13 – по медиально-задней линии дистальнее коленного сустава на 15 см для характеристики задней группы мышц голени.

С одной стороны, такой систематизированный подход позволяет повысить объективность измерений у больных с вертеброгенными заболеваниями. Позитивными моментами данного способа мы считаем замеры тонуса в двух крайних исходных положениях тела в гравитационном поле земли: горизонтальном и вертикальном. Такая методика исследования мышечного тонуса позволит лучше изучить особенности мышечной спастичности у детей на основе

ортостатического эффекта при смене исходного положения, т.е. в определённой динамике. Также нам импонирует систематизация исследования состояния тонуса мышц по условным отделам – сегментам сверху вниз в соответствии с цефалокаудальным принципом. Чистоту проводимого исследования повышает попытка стандартизовать точки измерения тонуса, координаты которых подробно описаны в методике.

Вместе с тем следует отметить ряд моментов, которые могут снизить объективность данного способа измерения тонуса мышечных групп при обследовании детей раннего возраста. Например, очевидным является то, что в отношении малышей неправомерным будет обследование в координатной точке 1 (в углу нижней челюсти), поскольку это наверняка вызовет негативную реакцию ребёнка на манипуляцию тонометром на его лице. С тем же фактором связано и сомнительным проведение измерения тонуса в точке 2 (на уровне VII шейного позвонка) – эта зона также является для ребёнка весьма чувствительной и в определённой степени «интимной» для прикосновения к ней щупом прибора. Хотя мы не исключаем, что в отдельных случаях подопечные могут среагировать на обследование спокойно и адекватно. Это имеет очень важное значение и в определённой степени влияет на результаты тонометрии. Если испытуемый будет волноваться, плакать и кричать – тонус мышц лица и шеи будет непроизвольно повышаться по защитному механизму. В этой связи в основу методики следует положить игровой метод, моделируя какую-нибудь знакомую ребёнку жизненную ситуацию с парикмахерской, косметикой, уходом за куклами, их лечением и т.д.

К недостаткам предлагаемого способа следует отнести также не относительное описание координатных точек в зависимости от реальной длины конечностей и размеров тела ребёнка, а в абсолютных показателях: например, в 15 см ниже коленного сустава. Однако все дети имеют различные антропометрические данные – в этом случае будут сравниваться не идентичные мышечные массивы и их фрагменты. На наш взгляд, координатные точки для измерения мышечного тонуса в основных мышечных массивах должны определяться не по абсолютным, а по относительным пространственным показателям. Например, от коленной чашечки проксимально по передней поверхности на одну треть бедра или от подколенной ямки дистально по

задней линии на половину голени.

Вертеброгенная патология, к которой, в частности, относятся грыжи и протрузии межпозвоночных дисков, является одним из ведущих патогенетических факторов, приводящих к нарушению регуляции мышечного тонуса на различных уровнях (преимущественно – сегментарных центров рефлекторной регуляции) [5]. Одним из основных признаков вертебрального синдрома является ограниченная или локальная миофиксация позвоночника – фиксированное напряжение мускулатуры позвоночника с наличием признаков вертебральных синдромов. Чаще всего пораженная область позвоночного столба может находиться в неподвижном положении за счет повышения тонуса глубоких мышц спины. Любые изменения в каком-либо отделе позвоночника основного звена в опорно-двигательной системе меняют индивидуально-отличительные телодвижения во время ходьбы. Появление изменения давления внутри диска между позвонков и раздражение чувствительных рецепторов менингеальной ветви спинального нерва (синувертебральный нерв) вызывает анальгетическую миофиксацию позвоночника. Любое движение в связанной между собой структуре позвоночника, передаваясь к пораженному двигательному сегменту, вызывает боль.

Нарушение локальной мышечной и связочно-суставной фиксации сопровождается различными изменениями конфигурации позвоночника – уплощением или усилением лордоза, кифозом, сколиозом, кифосколиозом или лордосколиозом.

Нарушение подвижности позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) определяется, в первую очередь, напряжением как глубоких, так и поверхностных многосуставных мышц. Миофиксация может быть компенсированной, субкомпенсированной и декомпенсированной. Оценка напряжения многораздельных мышц позволяет судить о степени миофиксации. Здесь мы также видим определённые проблемы в проведении механической миотометрии у детей со спастическими видами парезов. Дело в том, что выявление тонических особенностей трёх слоёв мышц у детей раннего возраста с помощью механического тонометра не представляется возможным. В определённой степени можно вести речь о миотометрии поверхностных мышц, при этом глубокий, самый главный слой мышц, необходимо обследовать с помощью более точных и высоких аппаратных технологий.

Выявление степени нарушения мышечного тонуса у больных с вертеброгенной патологией является необходимым условием для определения выраженности вертебрального синдрома, что привело к разработке алгоритма диагностики, используя метод миотонометрии [6].

В настоящее время основным способом исследования мышечного тонуса является пальпаторный, который имеет ряд недостатков в связи с субъективной оценкой и отсутствием цифровых значений при определении тонуса, что затрудняет его использование при диагностике заболеваний нервной системы, при контроле эффективности проводимого лечения. Кроме того, исследование мышечного тонуса проводится миотонометрами различных конструкций, которые регистрируют только единственный показатель – деформацию мышцы, что также недостаточно для диагностического процесса.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Подводя итоги проделанного исследования, следует сделать предварительные выводы:

В медицине и педагогике существуют различные способы, методы и методики исследования состояния мышечного тонуса. Большую часть из них составляют субъективные методы визуального и пальпаторного диагностирования, что несколько снижает объективность получаемых данных.

Среди более совершенных методик тонического мышечного тестирования следует выделить миотонометрию с помощью миотонометров различного принципа действия. Наиболее доступными и частоприменяемыми в этом плане являются тонометры механические.

Для исследования состояния мышечного тонуса у детей раннего возраста со спастическими видами парезов необходимо адаптировать существующие стандартные методики тонометрии с учётом психофизических особенностей данного контингента детей.

Перспективы исследования данного направления заключаются в поиске вариантов комбинации более доступных для педагогов субъективных пальпаторных методик исследования тонического состояния мышц и возможностей медицинской механической миотонометрии по адаптированным методикам.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Мога Н. Д. Особенности диагностики спастичности мышц у детей раннего возраста с центральными парезами / Н. Д. Мога // Науковий вісник Південноукраїнського національного університету імені К. Д. Ушинського. – Випуск 4(117). – Серія: Педагогіка. – Одеса: ПНПУ ім. К.Д. Ушинського. 2017. – С. 63–68.
2. Иваничев Г. А. Мышечная боль. Миотонометрия. Тензоальгезиметрия / Г. А. Иваничев // Альтернативная медицина. – Казань, 2007. – №3. – С. 12–17.
3. Хабиров Ф.А. Клиническая неврология позвоночника: практическое пособие / Ф. А. Хабиров. – Казань: Книжный дом, 2002. – 472 с.
4. [http://magicspeedreading.com/books/a\\_mysl/mind\\_machine/maind\\_machine\\_018.html](http://magicspeedreading.com/books/a_mysl/mind_machine/maind_machine_018.html)
5. <http://paralife.narod.ru/reabilitaciya/axundova/20-medody-i-organizaciya-issledovaniya.htm>
6. <http://www.findpatent.ru/patent/238/2380034.html>

**REFERENCES**

1. Moga, N. D. (2017) *Osobennosti diagnostiki spastichnosti mishc u detei rannego vozrasta s centralnimi parezami*. [Features of the diagnosis of muscle spasticity in young children with central paresis.] Odesa.
2. Ivanichev, G. A. (2007) *Mishechnaya bol. Miotonometriya. Tenzoalgezimetriya*. [Mishechnaya bol. Miotonometriya. Tenzoalgezimetriya.] Kazan.
3. Habirov, F. A. (2002) *Klinicheskaya neurologiya pozvonochnika*. [Clinical spinal neurology.] Kazan.
4. [http://magicspeedreading.com/books/a\\_mysl/mind\\_machine/maind\\_machine\\_018.html](http://magicspeedreading.com/books/a_mysl/mind_machine/maind_machine_018.html)
5. <http://paralife.narod.ru/reabilitaciya/axundova/20-medody-i-organizaciya-issledovaniya.htm>
6. <http://www.findpatent.ru/patent/238/2380034.html>

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ**

**МОГА Николай Данилович** – кандидат педагогических наук, докторант кафедры ортопедагогики, ортопсихологии и реабилитологии Национального педагогического университета имени М. П. Драгоманова.

**Научные интересы:** коррекционное физическое воспитание детей дошкольного возраста, восстановление и реабилитация детей раннего дошкольного возраста со спастическими формами двигательных нарушений.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**MOGA Nikolay Danilovich** – Candidate of Pedagogical Sciences, Doctoral Candidate of the Department of Orthopedagogy, Orthopsychology and Rehabilitation, Kiev Dragomanov National Pedagogical University.

**Circle of scientific interests:** correctional physical education of children of preschool age, rehabilitation and rehabilitation of children of early preschool age with spastic forms of movement disorders.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2019 р.