

А.Ф. Левицький¹, В.О. Рогозинський^{1,2}, М.М. Доляницький^{1,2}, Л.В. Дуда³

Гало-гравітаційна тракція при лікуванні складних (>100°) деформацій хребта в дітей із респіраторними дисфункціями

¹Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

²Національна дитяча спеціалізована лікарня «Охматдит», м. Київ, Україна

³Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ, Україна

Paediatric surgery.Ukraine.2021.3(72):10-14; doi 10.15574/PS.2021.72.10

For citation: Levytskyi AF, Rogozinskyi VO, Dolianytskyi MM, Duda LV. (2021). Halo-gravity traction in the treatment of complex spinal deformities in children with respiratory dysfunctions. Paediatric Surgery.Ukraine. 3(72):10-14; doi 10.15574/PS.2021.72.10.

Гало-гравітаційна тракція (ГГТ) є безпечною методикою, оскільки у світовій літературі описано ускладнення у вигляді розхитування штифтів або поверхневі інфекції шкіри навколо штифтів, які є несуттєвими та не загрожують життю пацієнта. Застосування ГГТ дає змогу поліпшити вентиляційну функцію легень, а це, своєю чергою, сприяє зниженню ризиків смертності внаслідок легеневої недостатності в дорослому віці.

Мета – поліпшити результати вентиляційної функції легень за рахунок попереднього застосування ГГТ у пацієнтів зі складними деформаціями хребта; встановити ефективний і безпечний алгоритм лікування складних деформацій хребта в дітей з респіраторними дисфункціями.

Матеріали та методи. За період 2003–2018 рр. в ортопедо-травматологічному відділенні НДСЛ «Охматдит» проведено лікування 64 дітей зі складними деформаціями хребта (>100°) із застосуванням ГГТ. З них – 38 хлопчиків і 26 дівчаток. Середній вік пацієнтів становив 11,6 року. Середній показник тесту Ріссера – 3,8 (P>0,01).

Результати. За даними спірографії, 46% пацієнтів мали помірні вентиляційні порушення, а 54% – тяжкі (ФЖЄЛ <60% – 3 і 4-го ступеня вентиляційної недостатності). У 83% пацієнтів зареєстрували порушення змішаного типу, а в 17% (8/48) дітей – рестриктивного типу. Після ретракції виявили поліпшення показників легеневої функції: зростання ФЖЄЛ із 63,19% до 71,77%, ОФВ₁ – із 54,71% до 65,46%, індексу Тиффно – із 74,59% до 85,33%. Порівняно з вихідним рівнем показників, поліпшення за ФЖЄЛ становило 13,6% після ГГТ та 14,6% у динаміці за 1 рік після неї, а за ОФВ₁ – 19,6% та 21,6% відповідно. Отримані результати свідчать про значне поліпшення вентиляційної функції легень, особливо за рахунок ступеня зростання ОФВ₁, що корелює зі ступенем підвищення працездатності, смертністю та життєвим прогнозом.

Висновки. Застосування ГГТ дає змогу поліпшити результати остаточної корекції деформації хребта, а це значно покращує вентиляційну функцію легень, що, своєю чергою, сприяє зниженню ризиків смертності внаслідок легеневої недостатності в дорослому віці.

Вибір оптимальної тактики хірургічної корекції складної деформації хребта є необхідною умовою успішного лікування та досягнення тривимірної корекції хребта для максимального приближення його параметрів до фізіологічної норми.

Показанням до проведення ГГТ є ригідна деформація хребта з кутом деформації (>100°).

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом зазначених у роботі установ. На проведення дослідження отримано інформовану згоду батьків дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: деформація хребта, респіраторні дисфункції, гало-гравітаційна тракція.

Halo-gravity traction in the treatment of complex spinal deformities in children with respiratory dysfunctions**A.F. Levytskyi¹, V.O. Rogozynskiy^{1,2}, M.M. Dolianytskyi^{1,2}, L.V. Duda³**¹*Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine*²*National Children's Specialized Hospital «Oxmatdyt», Kyiv, Ukraine*³*Shupyk National Healthcare University, Kyiv, Ukraine*

HGT is a safe technique as the world literature describes complications in the form of loosening of the pins or superficial infections of the skin around the pins, which are not significant and do not pose a threat to the patient's life.

Purpose – to improve the results of the ventilation function of the lungs in patients with complex spinal deformities through the preliminary use of halo gravity traction and to introduce an effective and safe method for the treatment of complex spinal deformities in children with respiratory dysfunctions.

Materials and methods. 64 children with complex spinal deformities ($>100^\circ$) were treated in the orthopedic and traumatology department of the Oxmatdyt NSPU using halo gravity traction during the period from 2003 until 2018. Of these, 38 are boys and 26 are girls. The average age of the patients was 11.6 years. The average Risser score was 3.8 ($P>0.01$).

Results. According to the data of spirometry performed, 46% of patients had moderate ventilation disorders and 54% – severe ventilation disorders ($FVC<60\%$ – grade 3 and 4 of ventilation failure). Mixed type disorders were recorded in 83% of patients, and restrictive type disorders in 17% (8/48) of children. After HGT, there was an improvement in pulmonary function indicators: an increase in FVC from 63.19% to 71.77% and FEV_1 from 54.71% to 65.46%, Tiffeneau-Pinelli index – from 74.59% to 85.33%. Compared with the initial level of indicators, the improvement in FVC was 13.6% after HGT and 14.6% in dynamics during the year, and FEV_1 – 19.6% and 21.6%, respectively. The results obtained indicate a significant improvement in the ventilation function of the lungs, especially due to the degree of FEV_1 increase, which correlates with the degree of improvement in performance, mortality and life prognosis.

Conclusions. The use of HGT makes it possible to improve the results of the final correction of spinal deformity, which in turn significantly improves the ventilation function of the lungs, which in turn helps to reduce the risks of mortality due to pulmonary insufficiency in adulthood.

The choice of the appropriate methods of surgical correction for complex deformity of the spine is a prerequisite for successful treatment and the achievement of three-dimensional correction of the spine to maximally approximate its parameters to the physiological norm. The indication for halo gravity traction is a rigid scoliotic deformity of the spine with a deformity angle ($>100^\circ$).

This study was conducted in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The research protocol was approved by the Local Ethics Committee of the institutions mentioned in the work. Informed parental agreement was obtained for the research.

No conflict of interests was declared by the authors.

Key words: spinal deformity, respiratory dysfunctions, halo-gravity traction.

Гало-гравитационная тракция при лечении сложных ($>100^\circ$) деформаций позвоночника у детей с респираторными дисфункциями**А.Ф. Левицкий¹, В.А. Рогозинский^{1,2}, Н.М. Доляницкий^{1,2}, Л.В. Дуда³**¹*Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, г. Киев, Украина*²*Национальная детская специализированная больница «Охматдет», г. Киев, Украина*³*Национальный университет здравоохранения Украины имени П.Л. Шупика, г. Киев, Украина*

Гало-гравитационная тракция (ГГТ) является безопасной методикой, поскольку в мировой литературе описывают осложнения в виде расшатывания штифтов или поверхностные инфекции кожи вокруг штифтов, являющиеся несущественными и не создающими угрозу жизни пациента. Использование ГГТ позволяет улучшить вентиляционную функцию легких, что, в свою очередь, способствует снижению рисков смертности вследствие легочной недостаточности во взрослом возрасте.

Цель – улучшить результаты вентиляционной функции легких за счет предварительного применения ГГТ у пациентов со сложными деформациями позвоночника; внедрить эффективный и безопасный алгоритм лечения сложных деформаций позвоночника у детей с респираторными дисфункциями.

Материалы и методы. За период 2003–2018 гг. в ортопедо-травматологическом отделении НДСБ «Охматдет» проведено лечение 64 детей со сложными деформациями позвоночника ($>100^\circ$) с применением ГГТ. Из них – 38 мальчиков и 26 девочек. Средний возраст пациентов составил 11,6 года. Средний показатель теста Риссера – 3,8 ($P>0,01$).

Результаты. По данным проведенной спирографии, 46% пациентов имели умеренные вентиляционные нарушения и 54% – тяжелые ($FЖЕЛ<60\%$ – 3 и 4-й степени вентиляционной недостаточности). У 83% пациентов регистрировались нарушения смешанного типа, а у 17% (8/48) детей – рестриктивного типа. После ГГТ отмечалось улучшение показателей легочной функции: повышение $FЖЕЛ$ с 63,19% до 71,77% и $ОФВ_1$ с 54,71% до 65,46%, индекса Тиффено – с 74,59% до 85,33%. По сравнению с исходным уровнем показателей, улучшение по $FЖЕЛ$ составило 13,6% после ГГТ и 14,6% в динамике за год, а $ОФВ_1$ – 19,6% и 21,6% соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о значительном улучшении вентиляционной функции легких, особенно за счет степени роста $ОФВ_1$, что коррелирует со степенью улучшения работоспособности, смертностью и жизненным прогнозом.

Выводы. Применение ГГТ позволяет улучшить результаты окончательной коррекции деформации позвоночника, а это значительно улучшает вентиляционную функцию легких, что, в свою очередь, способствует снижению рисков смертности из-за легочной недостаточности во взрослом возрасте. Выбор оптимальной тактики хирургической коррекции при сложной деформации позвоночника является необходимым условием успешного лечения и достижения трехмерной коррекции позвоночника для максимального приближения его параметров к физиологической норме. Показанием к проведению ГГТ является ригидная деформация позвоночника с углом деформации ($>100^\circ$).

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом указанных в работе учреждений. На проведение исследования получено информированное согласие родителей детей.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Ключевые слова: деформация позвоночника, респираторные дисфункции, гало-гравитационная тракция.

Вступ

Визначення «складної деформації хребта» залишається нечітким, але в більшості публікацій її зазначають як деформацію, що перевищує 100° [3].

Гало-гравітаційна тракція (ГГТ) є безпечною та ефективною методикою для попереднього коригування

складних деформацій хребта до проведення корекції в обсязі – задньої інструментації хребта [1,4,6–9].

Цю методику використовують при складних деформаціях хребта в Texas Scottish Rite Hospital з 1987 року. ГГТ як попередній етап перед виконанням задньої інструментації хребта дає змогу здійсню-

Оригінальні дослідження. Торакальна хірургія

вати контрольовану поступову корекцію деформації в пацієнта, чим забезпечує зниження ризику гострих неврологічних порушень.

Гало-гравітаційна тракція є безпечною методикою, оскільки у світовій літературі описують ускладнення у вигляді розхитування штифтів або поверхневі інфекції шкіри навколо штифтів, які є несуттєвими та не загрожують життю пацієнта [1,6]. Застосування ГГТ дає змогу поліпшити вентиляційну функцію легень, що, своєю чергою, сприяє зниженню ризиків смертності внаслідок легеневої недостатності в дорослому віці.

Мета дослідження – поліпшити результати вентиляційної функції легень за рахунок попереднього застосування ГГТ у пацієнтів зі складними деформаціями хребта; встановити ефективний і безпечний алгоритм лікування складних деформацій хребта в дітей з респіраторними дисфункціями.

Матеріали та методи дослідження

Критерії залучення до дослідження – будь-яка виражена ($>100^\circ$) деформація хребта, за рідкісними винятками, зазначеними нижче.

Критерії виключення з дослідження – наявність сингінгомелії, діастематомелії, мальформації Арнольда Кіарі, внутрішньо- / екстрадурального ураження (пухлина) або тяжких локалізованих стенозів каналу з неврологічним дефіцитом або без нього.

За період 2013–2018 рр. в ортопедо-травматологічному відділенні НДСЛ «Охматдит» проведено лікування 64 дітей зі складними деформаціями хребта ($>100^\circ$) із застосуванням ГГТ. З них було 38 хлопчиків і 26 дівчаток. Середній вік пацієнтів становив 11,6 року. Середній показник тесту Ріссера – 3,8 ($P>0,01$).

До дослідження залучено тільки дітей зі складними деформаціями хребта $>100^\circ$. Середня корекція фронтальної і сагітальної площини при ГГТ становить 20–35% і 25% відповідно.

Під час дослідження враховано вік, стать, тип деформації, обсяг оперативного втручання, найближчі та віддалені результати оперативного лікування (1–3 роки). Кут деформації становив у середньому $108,16 \pm 3,46^\circ$ ($P>0,01$).

Таблиця

Оцінка показників вентиляційної функції легень до та після гало-гравітаційної тракції, після задньої інструментації хребта і в динаміці за один рік і три роки (%)

Показник	ФЖЕЛ (FVC)	ОФВ ₁ (FEV ₁)	Індекс Тиффно
До ГГТ	63,19±9,39 (59,0–67,75)	54,71±9,85 (47,0–63,25)	74,59±11,78 (70,0–81,47)
Після ГГТ	71,77±9,55 (66,0–78,25)	65,46±9,18 (59,0–70,25)	85,33±10,27 (81,52–89,42)
За 1 рік	72,43±8,83 (67,0–78,0)	66,60±7,63 (61,75–70,0)	86,18±9,42 (82,46–90,17)
За 3 роки	72,83±8,16 (67,0–78,0)	67,08±7,41 (62,0–70,0)	86,27±9,87 (82,62–90,47)

У 48 (70,59%) пацієнтів ($P>0,01$) лікування проведено після завершення інтенсивного росту хребта, про що свідчить середній показник тесту Ріссера, CRITOE-тест, рентгенологічні дослідження осифікації ліктьового відростка, тесту Танера.

Усі хірургічні втручання виконано одним хірургом.

Досліджено неврологічний статус, застосовано променеві методи дослідження (рентгенографія в стандартних площинах, тракційний тест, тест із нахилом, комп'ютерна томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ) хребта). На підставі даних КТ і МРТ хребта оцінено наявність можливих вроджених вад хребта та спинного мозку. За даними рентгенографії оцінено фронтальний, сагітальний баланс, визначено кут деформації за Cobb. На рентгенограмах хребта в боковій площині із захватом кульшових суглобів і дровим виском, який центрується від остистого паростка С VII у положенні пацієнта стоячи, визначено величину грудного кіфозу, поперекового лордозу, скошеності та нахилу таза й крижа.

Патологічну ротацію і торсію хребців виміряно на вершині грудного та поперекового викривлення за допомогою КТ.

Оцінку функціонального стану серцево-судинної та респіраторної систем організму в дітей проведено за допомогою спірографії, електронейроміографії м'язів кінцівок (електрофізіологічні методи дослідження), електрокардіографії, ехокардіографії. Зокрема, дітям проведено дослідження вентиляційної функції легень на етапах: до та після ГГТ, після задньої інструментації хребта, а також у динаміці за 1 рік і за 3 роки. Із 3 повторюваних спроб з 6, які відрізнялися не більше ніж на 5% за показниками форсованої життєвої ємності легень (ФЖЕЛ) та об'єму форсованого видиху за першу секунду (ОФВ₁) обрано кращу спробу. Проаналізовано кількісні показники – об'ємні та швидкісні – ФЖЕЛ (FVC), ОФВ₁ (FEV₁), індекс Тиффно (ОФВ₁/ФЖЕЛ); визначено тип вентиляційної недостатності та її тяжкість згідно з рекомендаціями Європейського респіраторного товариства і Американського торакального товариства.

Величину декомпенсації тулуба відносно крижа визначено шляхом вимірювання дистанції, на яку змістився дровий висок.



Рис. 1. Загальний вигляд та фотовідбитки рентгенограм пацієнта Р. (15 років) з ідіопатичним грудо-поперековим сколіозом: основна дуга – 103° (до оперативного втручання)

Середня тривалість застосування ГТТ хребта становила ± 39 ($P > 0,01$) діб. Пацієнти щодня виконували дихальні вправи. Легеневу функцію виміряно у двох часових точках: до і після ГТТ.

ГТТ застосовано в інвалідному візку або в стоячому апараті. Неврологічні обстеження проведено щодоби.

Біль у ділянці шийного відділу хребта без радикулопатії також є поширеним явищем, яке вказує на межу допустимої ваги. Будь-який пацієнт із сильним болем у шиї або порушенням неврологічного статусу тимчасово знімається із системи ГТТ, доки симптоми не поліпшаться.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження погоджено Локальним етичним комітетом для всіх, хто брав участь. На проведення обстеження та лікування дітей отримано інформовану згоду батьків.

Результати дослідження та їх обговорення

У разі застосування ГТТ для передопераційного зменшення деформації хребта (рис. 1), поліпшення результатів вентиляційної функції легень і профілактики неврологічних порушень середня тривалість тракції хребта становила ± 39 ($P > 0,01$) діб. Використовувалося 35–50% від маси тіла пацієнта. Максимальна вага до-



Рис. 2. Загальний вигляд та фотовідбитки рентгенограм пацієнта Р. (15 років) з ідіопатичним грудо-поперековим сколіозом до оперативного втручання на етапі гало-гравітаційної тракції, корекція – до 78°



Рис. 3. Фотовідбитки рентгенограм пацієнта Р. (15 років) з ідіопатичним грудо-поперековим сколіозом: 42° після задньої інструментації хребта

сягалася протягом перших 7 ± 4 діб ГТТ. За даними етапних рентгенографій хребта (рис. 2), у разі ГТТ максимальна корекція деформації спостерігалася на 23-гу (± 4) добу. З 26-ї (± 5) доби суттєвої корекції деформації не відмічалось. Після ГТТ виконувалася стабілізація хребта полісегментарною конструкцією (рис. 3).

Середня корекція деформації хребта становила $62 \pm 8\%$.

За даними проведеної спірографії, у 46% пацієнтів спостерігалися помірні вентиляційні порушення, а в 54% – тяжкі (ФЖЕЛ $< 60\%$ – 3 та 4-го ступеня вентиляційної недостатності). У 83% пацієнтів рееструвалися

Оригінальні дослідження. Торакальна хірургія

порушення змішаного типу, а в 17% (8/48) дітей – ретрактивного типу. Після ретракції відмічалось поліпшення показників легеневої функції: зростання ФЖЄЛ з 63,19% до 71,77%, ОФВ₁ – з 54,71% до 65,46%, індексу Тиффно – з 74,59% до 85,33%. Порівняно з вихідним рівнем показників, поліпшення за ФЖЄЛ становило 13,6% після ГТТ та 14,6% у динаміці за 1 рік, а за ОФВ₁ – 19,6% і 21,6% відповідно (табл.).

Інтраопераційна крововтрата становила 20±10% ОЦК, у всіх випадках використовувалася система для аутогемотрансфузії Cell Saver. Середня тривалість оперативного втручання дорівнювала 375 хв. Транзиторний неврологічний дефіцит спостерігався у 5 (7,8%) пацієнтів, а в 4 (6,2%) дітей відмічалось запалення м'яких тканин навколо стрижня.

Пацієнтам проведено суб'єктивну оцінку результатів лікування шляхом опитування SRS – 30. Результати анкетування становили >800 балів, а це доводить ефективність і безпечність застосування ГТТ у системі хірургічного лікування складних деформацій у дітей.

При ригідних деформацій хребта у дітей з кутом деформації (>100°) доцільною тактикою лікування є етапне хірургічне втручання, що включає використання системи ГТТ першим етапом, що дає змогу збільшити мобільність хребта, зменшити кут деформації та підготувати пацієнта до задньої інструментації хребта зі значним зниженням ризиків неврологічних порушень.

Вибір оптимальної тактики хірургічної корекції складної деформації хребта є необхідною умовою успішного лікування та досягнення тривимірної корекції хребта для максимального приближення його параметрів до фізіологічної норми.

При використанні системи ГТТ відбувається значне поліпшення вентиляційної функції легень, особливо за рахунок ступеня зростання ОФВ₁, що корелює зі ступенем підвищення працездатності, смертністю та життєвим прогнозом.

Висновки

Застосування ГТТ дає змогу поліпшити результати остаточної корекції деформації хребта, а це значно

покращує вентиляційну функцію легень, що, своєю чергою, знижує ризики смертності внаслідок легеневої недостатності в дорослому віці.

Показанням до проведення ГТТ є ригідна деформація хребта з кутом деформації (>100°).

Застосування першим етапом ГТТ у лікуванні складних деформацій хребта дає змогу збільшити мобільність хребта і поступово адаптувати спинний мозок до подальшої корекції, що зменшує ризики неврологічних ускладнень після хірургічного лікування, скорочує час втручання та об'єм крововтрати, дає змогу отримати кращі результати корекції.

Вибір обсягу хірургічного втручання проводиться, враховуючи анатомічні та функціональні критерії.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References/Література

1. Bouchoucha S, Khelifi A, Saied W et al. (2011). Progressive correction of severe spinal deformities with halo-gravity traction. *Acta Orthop Belg.* 77: 529e34.
2. Garabekyan T, Hosseinzadeh P, Iwinski HJ, Muchow RD, Talkwalker VR, Walker J, Milbrandt TA. (2014). The results of preoperative halo-gravity traction in children with severe spinal deformity. *J Pediatr Orthop B.* 23: 1–5.
3. Levytskyi A, Rogozynskyi V, Dolianyskyi M. (2020). Paediatric surgery. *Ukraine.* 4 (69): 67–71.
4. Nemani VM, Kim HJ, Bjerke-Kroll BT et al. (2015). Preoperative halo-gravity traction for severe spinal deformities at an SRS-GOP Site in West Africa: protocols, complications, and results. *Spine.* 40: 153e61.
5. Okhotnikova OM, Tkachova TM, Rudenko SM. (2014). Funktsionalni metody doslidzhennia orhaniv dykhannia u ditei: 95. [Охотнікова ОМ, Ткачова ТМ, Руденко СМ. (2014). Функціональні методи дослідження органів дихання у дітей: 95].
6. Rinella A, Lenke L, Whitaker C et al. (2005). Perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis and kyphosis. *Spine (Phi-la Pa 1976).* 30: 475e82.
7. Sink EL, Karol LA, Sanders J et al. (2001). Efficacy of perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis in children. *J Pediatr Orthop.* 21: 19e524.
8. Yang C, Wang H, Zheng Z, Zhang Z, Wang J, Liu H et al. (2017). Halo-gravity traction in the treatment of severe spinal deformity: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 26 (7): 1810–1816.
9. Zhang ZX, Hui H, Liu TJ, Zhang ZP, Hao DJ. (2016). Two-staged correction of severe congenital scoliosis associated with intraspinal abnormalities. *Clin Spine Surg.* 29 (8): E401–405.

Відомості про авторів:

Левицький Анатолій Федосійович – д.мед.н., проф., зав. каф. дитячої хірургії НМУ імені О.О. Богомольця. Адреса: м. Київ, бульвар Т. Шевченка, 13; тел. (044) 236–51–80. <https://orcid.org/0000-0002-4440-2090>.

Рогозинський Валентин Олександрович – аспірант каф. дитячої хірургії НМУ імені О.О. Богомольця, лікар ортопед-травматолог дитячий відділення ортопедії та травматології НДСЛ «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0001-9891-0739>.

Доляницький Микола Михайлович – аспірант каф. дитячої хірургії НМУ імені О.О. Богомольця, лікар ортопед-травматолог дитячий відділення ортопедії та травматології НДСЛ «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0002-0898-6914>.

Дуда Людмила Володимирівна – к.мед.н., асистент каф. педіатрії 1 НУОЗ України імені П.Л. Шупика, лікар педіатр дитячий відділення педіатрії НДСЛ «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Київ, вул. В. Чорновола, 28/1. <https://orcid.org/0000-0002-4299-9356>.

Стаття надійшла до редакції 10.06.2021 р., прийнята до друку 8.09.2021 р.