

Чертков А.К.^{1,2}, Климов М.Е.¹, Бетц А.Е.²

Роль лазерной доплеровской флоуметрии и оптической тканевой оксиметрии в диагностике ишемии дорсального мышечно-связочного комплекса позвоночника при фиксирующих операциях

1 - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Екатеринбург; 2 - Государственное бюджетное образовательное учреждение «Уральская государственная медицинская академия», г. Екатеринбург

Chertkov A.K., Klimov M.E., Bets A.E.

The role of laser doppler flowmetry and optic tissue oxymetry in diagnosing of ischemia of dorsal muscular –ligamental spinal complex during fixation procedures

Резюме

Цель исследования – оценка лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) и оптической тканевой оксиметрии (ОТО) в развитии ишемических повреждений в дорсальном мышечно-связочном комплексе у пациентов со спондилитами (туберкулезной и нетуберкулезной этиологии) грудного и поясничного отделов при открытых агрессивных (20 пациентов) и минимально-инвазивных транскутанных транспедикулярных оперативных вмешательствах (20 пациентов). Во всех случаях применения открытых вмешательств с тракцией паравертебральных мышц и связок ретракторами наблюдалось развитие ишемии без адекватной реперфузии и восстановления сатурации. При чрезкожной транспедикулярной имплантации фиксаторов нарушений в микроциркуляции и сатурации тканей дорсального мышечно-связочного комплекса не регистрировали.

Ключевые слова: лазерная флоуметрия, оптическая оксиметрия, минимально-агрессивная транспедикулярная фиксация

Summary

The objective of the investigation is to make data comparative assessment of the Laser Doppler flowmetry (LDF) and Optic Tissue Oxymetry (OTO) in the development of ischemic lesion in a dorsal muscular - ligamentous complex in patients with spondylitis (of tuberculous and non-tuberculous etiology) undergoing open aggressive (20 patients) and minimal - invasive transcutaneous transpedicular surgical interventions (20 patients). In all the cases of open procedures with the use of traction of paravertebral muscles and ligaments the development of ischemia without adequate reperfusion was registered. As the result of transcutaneous transpedicular implantation of fixators neither cases of failure in microcirculation nor in saturation data were registered.

Key words: laser flowmetry, optic oxymetry, minimal - aggressive transpedicular fixation

Введение

Математическое обоснование преимуществ систем имплантации транспедикулярных фиксаторов (ТПФ) минимально-инвазивными способами изложено в работах Орлова С.В., Kavaguchi Y., Matsui H. [1,2,3]. Применение математической модели стабильности трехпозвонокового комплекса позволяет переосмыслить методы хирургического лечения позвоночника и оптимизировать применения стабилизирующих систем. Данная модель

позволяет рассчитывать инерционные параметры системы позвонков и их отдельных элементов, вычислять распределение нагрузок при типичных формах нестабильности сегментов позвоночника, а также и оптимизировать способы его стабилизации.

Определяющим моментом в моделировании принят принцип стабильности позвоночного столба, изложенный L.Reno [1], где стабильность позвоночных сегментов представлена в вертикальной, горизонтальной и аксиаль-

ной плоскостях. Межсегментарная стабильность обеспечивается телами позвонков, дугоотростчатыми (межпозвонковыми) суставами, которые связаны между собой упруго-демпфирующими элементами: межпозвонковыми дисками и мышечно-связочным дорсальным комплексом (ДМСК). Изменение геометрических характеристик трехпозвонкового комплекса соответствовало типичным формам статико-динамических нарушений стабильности позвоночных сегментов при разрушении позвонков воспалительными процессами.

Клиническую роль и биомеханическое значение сохранения анатомической структуры и функциональной активности дорсального мышечного связочного комплекса (ДМСК) при лечении пациентов спондилитами грудных и поясничных позвонков ТПФ - системами подчеркнули ряд ученых [2,3,4]. Исследователями клинически, биомеханически, гистологически доказаны посттравматические соединительнотканые рубцовые изменения в паравертебральных мышцах после открытых ТПФ, при которых применяются ретракторы со значительной площадью компрессии мышц. При длительно протекающих, открытых операциях - транспедикулярных фиксациях развиваются инфаркты в паравертебральных мышцах с последующими рубцовыми изменениями и биомеханической деформацией функций оперированных сегментов, значительным снижением стабилизирующего потенциала ДМСК [3,4]. По мнению ученых, это основные причинные факторы болевого вертебрального синдрома у оперированных пациентов в ближайшем и отдаленном периодах с применением открытых агрессивных операций ТПФ - системами. Исключить указанные изменения в ДМСК возможно только с применением минимально инвазивных способов имплантации с внутренними фиксирующими транспедикулярными системами. Для объективизации преимуществ минимально - инвазивной чрезкожной имплантации транспедикулярных систем перед открытыми операциями в комплексном лечении



Рис.1. Фото интраоперационно установленного зонда на паравертебральные мышцы для регистрации кровотока и напряжения кислорода
1 – интраоперационный зонд; 2 – паравертебральные мышцы при открытой операции

пациентов со спондилитами внедрена в клиническую практику лазерная доплеровская флоуметрия оптическая тканевая оксиметрия.

Материалы и методы

Исследование проводилось на комплексе «ЛАКК-М» (исполнение 2), обеспечивающего одновременные измерения перфузии ткани кровью, сатурации гемоглобина кислородом (SO₂) и объём фракции гемоглобина (Vr) в зондируемой области. Оценка SO₂ и Vr производилась по методике абсорбционной спектроскопии на основе разных оптических свойств оксигенированных и дезоксигенированных фракций гемоглобина. Комплекс «ЛАКК – М», состоящий из блока анализатора с двумя каналами регистрации (доплеровский канал на длину волн 0,8 мкм и спектрометрический канал на длины волн 0,53 мкм и 0,63 мкм), интраоперационного световодного зонда с шестью световодами и персонального компьютера. Для автоматизированной обработки показателей использовали программное обеспечение «LDF 2.3.513». Записи проводили во время операций с паравертебральных мышц, имеющих богатую сосудистую сеть. Оценка изменения перфузии в паравертебральных мышцах проводилась путем сравнения показателей микроциркуляции и оксигенации интактных мышц при открытом доступе, после 40 минут тракции и через 30 минут после снятия ранорасширителей.

Данный вид исследования проведен нами у 20 пациентов группы сравнения при открытых травматичных доступах и у 20 пациентов основной группы с оценкой перфузии интактных мышц при мининвазивном доступе, а так же показатели оксигенации и микроциркуляции после монтажа конструкции мышечной ткани в зоне головки винта. Возраст, пол, активность, давность воспалительного процесса в обеих группах пациентов были идентичны и именно поэтому сравнение полученных результатов считали корректно сравнимыми. Исследование проводилось в условиях операционной при температуре воздуха +22/+23°C и относительной влажности воздуха 40-60%. Регистрация данных проводилась на двух симметричных участках тканей ДМСК справа и слева в течение 7 минут (рис.1).

Для анализа выделялись фрагменты записей длительностью 300 сек. Перед анализом ЛДФ-грамм проводили их выравнивание параллельно изолинии для устранения погрешностей при анализе колебательного процесса. Для количественного анализа перфузии мышечной ткани использованы приведенные ниже показатели:

SO₂, % - сатурация;

M - (перфузионные единицы, пф.ед.) характеризуют общую (капиллярную и внекапиллярную) усредненную стационарную перфузию, изменение потока крови в единицу времени. Величина пропорциональна произведению количества эритроцитов на их среднюю линейную скорость в зондируемом объеме ткани;

δV - относительное уменьшение сатурации кислорода, определяемое по формуле:

$$\Delta v = SO_{2i0} - SO_{2t}$$

Таблица 1. Результаты интраоперационной лазерной доплеровской флоуметрии и тканевой оксиметрии у пациентов группы сравнения

Параметр	Интактные мышцы (n=20)	Мышцы во время тракции (n=20)	Мышцы через 30 минут после тракции (n=20)
SO ₂ , %	87,3±5,4	34,3±12,8	47,7±16,2
M, п.ф.ед.	21,4±6,7	8,7±4,4	13,3±8,4

Примечание: p<0,05 при сравнении показателей интактных мышц с мышцами во время тракции и через 30 минут после тракции.

Таблица 2. Результаты интраоперационной лазерной доплеровской флоуметрии и тканевой оксиметрии у пациентов основной группы

Параметр	Интактные мышцы (n=20)	Мышцы после установки транспедикулярной системы (n=20)
SO ₂ , %	92,3±4,1	87,3±12,6
M, п.ф.ед.	28,3±6,1	24,2±5,7

Интраоперационно определяли параметр δV (относительное уменьшение сатурации кислорода при ишемии тканей) по формуле [5,6]:

$$\delta V = \frac{SO2t0 - SO2t}{M_{исх}}$$

где SO2t0 и SO2t – соответственно сатурация до ретракции и в процессе ретракции. M_{исх} – средняя перфузия до ретракции

Результаты и обсуждение

Результаты исследования пациентов группы сравнения (открытые операции) представлены в таблице 1, а полученные результаты интраоперационного мониторинга перфузии паравerteбральных мышц у пациентов основной группы (чрезкожная имплантация систем) представлены в таблице 2.

Сравнительный анализ интраоперационных данных перфузии и сатурации у пациентов основной и группы сравнения показал, что при выполнении открытых ТПФ регистрировалось резкое снижение тканевой перфузии в ДМСК с последующим развитием выраженной ишемии и без восстановления адекватных реперфузионных единиц и сатурации, что, естественно, обусловлено грубым сдавлением тканей ретракторами. После прекращения тракции наблюдалось незначительное восстановление сатурации и микроциркуляции, однако в сравнении с интактными мышцами показатели перфузии и оксигенации в ткани были снижены более чем в два раза, что свидетельствовало о стойком ишемическом повреждении мышечной ткани. У пациентов основной группы мы наблюдали незначительное снижение (p<0,05) тканевой перфузии после монтажа транспедикулярной системы, что может быть связано с кровопотерей. Интраоперационные ишемические изменения в ДМСК после открытых операций, вероятнее всего, по мнению современных исследователей, являются основной причиной послеоперационного хронического вертебрального болевого синдрома.

Пример ЛДФ-граммы с выраженным снижением тканевой перфузии, зарегистрированной во время тракции мышц (через 40 минут) представлен на рис.2. Параметр SO₂ является интегральным показателем, соотношенным с общим объемом биоткани (средним арифметическим для артериальной и венозной крови), и поскольку в микроциркуляторном русле содержится артериальной крови с высоким содержанием O₂ в несколько раз меньше, чем венозной – позволяет оценить потребление кислорода тканями. Выраженное снижение SO₂ подтверждает гипотезу о том, что в мышечной ткани во время тракции не может происходить адекватный процесс газообмена и снижение потребления тканью кислорода еще больше усугубляет ишемию, спровоцированную недостаточным притоком крови. Следовательно, открытый операционный доступ, с тракционным ранами паравerteбральных мышц ретракторами при имплантации винтов, сопровождается значительными

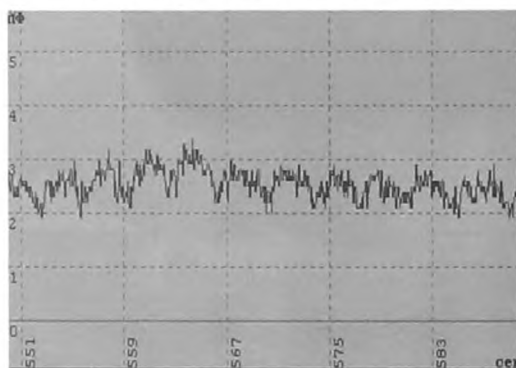


Рис.2. ЛДФ - грамма с паравerteбральных мышц через 40 минут установки ранорасширителя во время открытого операционного доступа. По оси OX - показатель микроциркуляции (перфузионные единицы); OY – время регистрации ЛДФ-граммы (сек.)

стойкими ишемическими повреждениями в ДМСК с последующими структурными изменениями мышечной ткани и длительными послеоперационными болями. При транскutánной транспедикулярной фиксации ДМСК травмируется минимально, перфузия его меняется крайне незначительно, развития ишемии и структурных изменений в паравerteбральных мышцах не происходит, что в отдаленном послеоперационном периоде подтверждается ультразвуковыми и магниторезонансными исследованиями мышечной ткани.

Заключение

Современные методы интраоперационного исследования микроциркуляции и сатурации: лазерная доплеровская флоуметрия и оптическая тканевая оксиметрия чрезвычайно информативны для оценки степени ишемического повреждения в дорсальном мышечно-связочном комплексе при открытых и чрезкожных фиксирующих оперативных вмешательствах. Наши исследова-

ния показали, что при минимально-инвазивных вмешательствах, таких как чрезкожная транспедикулярная фиксация, паравerteбральные ткани не испытывают ишемической агрессии и сохраняют свои структурные и функциональные биомеханические свойства как важнейшего условия для проведения ранних реабилитационных мероприятий в послеоперационном периоде. ■

Чертков А.К., доктор медицинских наук, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ГБОУ ВПО УГМА, г. Екатеринбург; Климов М.Е., заведующий отделением костно-суставного туберкулеза ФБГУ «Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии», г. Екатеринбург; Бетц А.Е., аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ГБОУ ВПО УГМА, г. Екатеринбург; Автор, ответственный за ведение переписки: Чертков А.К., г. Екатеринбург, ул. Мира, дом 33, кв.47; e-mail: chertkovak@yandex.ru

Литература:

1. Орлов С.В., Бобарькин Н.Д., Латышев К.С. Математическая модель стабильности трехпозвоночного комплекса. Математическое моделирование 2006;10: 55-70.
2. Kavaguchi Y., Matsui H., Tsuji H. Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. Spine 1996; 21: 941-944.
3. Matsui H., Hirano N., Sakaguchi Y. Vertebral osteomyelitis: an analysis of 38 surgically treated cases. Eur. Spine J. 1998; 7: 50-54.
4. Parker L.M., McAfee P.C., Fedder I.L., et al. Minimally invasive surgical techniques to treat spine infections. Orthop. Clin. North Am. 1996; 27: 183-199.
5. Бранько В.В., Богданова Э.А., Камшилина Л.С., Маколкин В.И., Сидоров В.В. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии. Пособие для врачей М. 1999; 48.
6. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей под ред. А.И.Крупаткина, В.В.Сидорова. М. 2005; 57.