

УДК 617.581:616-089.843

Взаимодействие культи бедра с гильзой протеза и некоторые клиничко-физиологические аспекты оптимизации объемных параметров приемной гильзы

И.Л. Тимофеев, И.В. Карпенко, Е.М. Якуба

Украинский научно-исследовательский институт протезирования, протезостроения и восстановления трудоспособности, Харьков

Subjective assessments of the basic link, which influences both the quality of prosthetic management and the subsequent clinical condition of a stump – sleeve of a prosthesis, as well as absence of methodological recommendations on plaster modelling in the available literature necessitate solution of the problem of determining the optimum ratio between volumes of the thigh stump and the prosthesis sleeve, which would provide a sufficient fixing of the sleeve on the stump and would not affect the normal clinical condition of the stump tissues.

Суб'єктивна оцінка основної ланки, що впливає і на якість протезування, і на подальший клінічний стан кулки – гільзи протеза, відсутність у відкритому друці методичних рекомендацій щодо гіпсового моделювання потребують вирішення завдання для визначення оптимального співвідношення між об'ємами кулки стегна і гільзи протеза, яке забезпечує достатню фіксацію гільзи на кулці і не порушує нормального клінічного стану тканин кулки.

Ключевые слова: гильза бедра, протез, давление в гильзе

Введение

В последнее десятилетие развитие в Украине индивидуального подхода к протезированию инвалидов с культями нижних конечностей обусловило необходимость разработки прогрессивных конструкций протезов и технологий их изготовления. Разработаны серии облегченных протезов для детей и пожилых людей, протезы с силиконовыми элементами и комплектующие к этим конструкциям. При изготовлении протезов стали применяться современные материалы, но ключевое звено, влияющее на успех протезирования — механизм взаимодействия культи и гильзы протеза, оставалось мало изученным.

Существующая в литературе информация о конструировании и формах гильз достаточно обширна, но практически все авторы сходятся во мнении, что несогласованность биологической и технической составляющих системы «культя – гильза», возникающая в результате нерационального протезирования, приводит к определенным патологическим состояниям усеченной конечности, которые принято называть болезнями культи, возникающими в результате нерационального протезирования. При-

чинами возникновения этих болезней могут быть как внутренние факторы (физиологические особенности вен нижних конечностей, малая мышечная активность культи и др.), так и внешние, представляющие интерес для исследований (тесная гильза, оказывающая повышенное давление на культю, сужение проксимального отдела приемной гильзы, отсутствие контактного дна и др.).

В 80-е годы в УкрНИИ протезирования разрабатывалось направление, касающееся оптимизации нагружения культи бедра при протезировании [1].

Одним из результатов работы стал вывод, что «...характер распределения давления по посадочному кольцу не находится в четко выраженной зависимости от формы приемной гильзы и ни одна из исследованных форм приемных гильз не решает основную задачу оптимизации взаимодействия культи и приемной гильзы — снижения травмирования культи».

Подобное мнение выразил в 2002 году и Пьер Бота: «...На основе научных исследований в течение десятилетий культя бедра укладывалась, втискивалась и втягивалась в поперечно-овальную, квадрилатеральную или продольно-овальную фор-

мы. Для этого использовались пелоты, разрезы и всасывающие пространства. Из-за этого мышцы, сосуды и кости годами подвергались безжалостной тирании и болезненные проявления не заставляли себя долго ждать...» [2].

Рациональное протезирование культи нижней конечности пациента требует от протезиста решения следующих задач:

- полностью разместить весь объем культи в гильзе;
- обеспечить достаточное сцепление между культей и гильзой;
- передать статические и динамические нагрузки с протеза на скелет.

Поскольку размещение культи в гильзе служит предпосылкой для выполнения остальных задач, то его реализация является приоритетной для успешного протезирования. С целью оптимального распределения давления и достижения достаточного сцепления культи с гильзой объем последней должен быть несколько меньше, чем объем культи. За счет определенной степени компрессии культи обеспечивается уменьшение ротационных и линейных перемещений гильзы относительно культи бедра и улучшение фиксации протеза. Чем плотнее гильза охватывает культю, тем лучше протез удерживается на культе, что облегчает управление им и уменьшает энергозатраты при ходьбе пациента. Однако, уменьшая окружные размеры, важно не допустить нарушения нормальной циркуляции крови и лимфы в культе, чтобы не спровоцировать застойные явления.

Отсутствие достоверных данных о допустимом уровне уменьшения окружных размеров гильзы по отношению к соответствующим размерам культи, при котором обеспечивается надежная фиксация гильзы и сохраняется нормальное клиническое состояние культи, предопределило необходимость решения двух взаимосвязанных задач:

- определение оптимального соотношения между объемами культи и гильзы;
- оптимизация геометрических параметров гильзы.

В данной статье более подробно будут представлены результаты определения оптимального соотношения между объемными размерами культи и гильзы протеза бедра.

Постановка эксперимента

После сравнения эффективности существующих методов для оценки состояния культи были выбраны следующие:

- реографическое обследование культи;
- мониторинг степени оксигенации гемоглобина артериальной крови и частоты пульса в культе;

- экспериментальные исследования с помощью тестовой гильзы;

- оценка качества протезирования с использованием анкеты качества протезирования PEQ [3].

В эксперименте участвовали 92 пациента в возрасте от 18 до 64 лет, перенесших ампутации бедра на разных уровнях по поводу травмы. Для каждого из них заполняли анкету, в которую заносили общие данные (вес, возраст), результаты антропометрии и состояние культи (цвет кожи, наличие пороков и заболеваний культи, объем движений в тазобедренном суставе и т.д.).

Эксперимент строился следующим образом: культю пациента размещали в специально сконструированной тестовой гильзе (патент Украины № 90043), охватывающей всю поверхность культи (рис. 1). Особенностью тестовой гильзы является возможность в необходимой степени независимо изменять окружные размеры проксимального, среднего и дистального отделов. Прозрачный материал гильзы позволил получать полную визуальную информацию о размещении и состоянии тканей культи. Первоначальные размеры гильзы должны были обеспечить:

- полный контакт между культей и гильзой (включая и дистальный отдел);
- отсутствие ощущений дискомфорта у пациента;
- отсутствие изменений в окраске кожного покрова культи.

Пациент опирался на тестовую гильзу 10–15 мин, после чего проводили визуальную оценку цвета кожного покрова культи. После снятия гильзы мы



Рис. 1. Пациент с прозрачной тестовой гильзой

оценивали степень оксигенации гемоглобина артериальной крови и частоты пульса пульсоксиметром «ЮТАСОКСИ-200». Далее предоставляли время для восстановления физиологических показателей культи пациента до исходного состояния (как правило 10–15 мин) и описанные выше исследования повторяли для гильзы с несколько меньшими размерами. Уменьшение окружных размеров гильзы продолжали до проявления выраженных изменений по всем фиксируемым параметрам.

Реографические исследования проводили на системе компьютерной реографии «REGINA». Анализу подлежали основные показатели реограммы: реовазографический индекс, отражающий пульсовое кровенаполнение крупных артерий; дикротический индекс, характеризующий состояние малых сосудов и венозный отток.

Исследования проводили трижды для каждого пациента. Первое исследование выполняли после того, как культя сутки не подвергалась давлению со стороны гильзы протеза, что показывало общую характеристику кровообращения в культе. Второе исследование проводили после пользования в течение 2–3 часов протезом, изготовленного во время предыдущего протезирования. Это позволяло определить, каким образом конкретное соотношение окружных размеров культи и гильзы влияет на изменения в системе кровообращения культи. Последнее исследование проводили после пользования в течение 2–3 часов протезом с новой, оптимизированной гильзой, которая в полной мере соответствовала требованиям пациента, что показывало, каким образом оптимизированное соотношение окружных размеров гильзы и культи влияет на кровообращение.

Результаты реографического исследования показали, что у 86 пациентов (95%), прошедших обследование, кровенаполнение артерий культи было сниженным. Нормализация этого показателя после ходьбы на протезе с оптимизированными геометрическими параметрами гильзы отмечена у 48 больных (53%), а еще у 10 (11%) застойные явления в культе, возникшие при пользовании старым протезом исчезли в ближайшие месяцы.

Процесс освоения инвалидом нового протеза и его использования является очень важным вопросом. Даже при оптимальных биомеханических характеристиках протеза, пользователь может иметь очень сильную негативную реакцию через некоторые незначительные проблемы. Так, например, протез, который тише работает, будет для него более приоритетным, хотя это не может быть зафиксировано никакими измерительными методами. Именно для сбора информации, которая не может быть получена

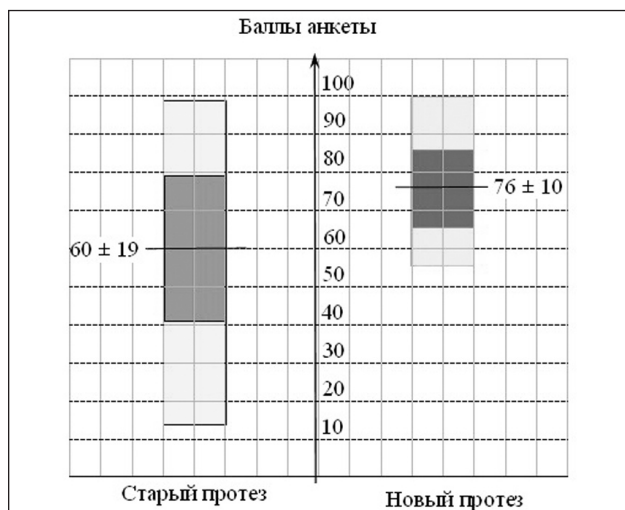


Рис. 2. Интегральная оценка пациентом качества протезирования согласно анкете PEQ

аппаратными методами, и была разработана анкета качества протезирования (Prosthesis Evaluation Questionnaire). В данной работе были подняты вопросы, которые касаются взаимодействия ампутанта с протезом. Для ответов на вопросы анкеты используют визуальный аналоговый формат, который позволяет респонденту интуитивно изложить свои ощущения, сделав отметку на шкале вопроса. Обработка результатов анкетирования состоит в переводе аналоговой оценки качества протезирования в числовое значение. Результаты обработки анкет приведены на рис. 2. Суммарная интегральная оценка, характеризующая протезы, которыми ампутанты пользовались несколько лет, составляет 60 и 76 баллов для только что изготовленных протезов. Среднее отклонение составляет 19 и 10 баллов соответственно.

Весь объем информации, полученный при проведении аппаратных и экспериментальных исследований, необходимо было свести к определению простых зависимостей между характеристиками культи и степенью коррекции гипсовой модели. Определение этих зависимостей проводилось с использованием специализированной программы MATLAB. Для ввода данных была сформирована матрица из 92 строк (по количеству обследованных пациентов) и столбцов, содержащих информацию о характеристиках пациента и культи (время, прошедшее после ампутации, вес пациента, длина культи, толщина подкожно-жировой клетчатки, окружные размеры культи на разных уровнях, данные о тургоре мягких тканей культи, данные о начале проявления и наступлении четко выраженных негативных изменений в физиологическом состоянии культи — изменение цвета кожи, изменение объема движений в тазобедренном суставе, количественные

изменения окружных размеров культы при компрессии одного из отделов, всего 16 параметров). Обработка данных не выявила зависимости между началом проявления негативных изменений в состоянии культы от изучаемых факторов.

Выводы

1. Результаты исследований не выявили доминирующих факторов, влияющих на допустимый уровень сокращения окружных размеров гильзы относительно соответствующих размеров культы, который носит индивидуальный характер.

2. Проведенные физиологические исследования и клинические результаты экспериментального протезирования показали, что состояние дискомфорта и избыточного давления на мягкие ткани культей наступает при сокращении окружных размеров гильзы относительно свободных окружных размеров культы на уровне промежужности на $(11 \pm 2)\%$ и на $(7 \pm 2)\%$ в среднем отделе.

3. Практическое протезирование 43 пациентов клиники и наблюдение за результатами их протези-

рования с 1998 года по настоящее время показало, что оптимальное сокращение окружных размеров гильзы на уровне посадочного кольца относительно свободных размеров культы бедра составляет для длинных культей 5–7%, для культей после ампутации в средней трети — 7–9%, для коротких культей — 9–10% и пропорционально уменьшается по длине культы до 0% в дистальном отделе. Формирование стенок гильзы в продольном направлении проводится в соответствии с существующими требованиями.

Литература

1. Разработать приемный модуль протеза бедра: отчет о НИР / Укр. научн.-исслед. ин-т протезирования, протезостроения и восстановления трудоспособности; рук. к.т.н. А.Н. Ситенко; исполн. А.А. Дынник, Р.А. Надопта, Д.О. Чекрыжев и др. — Харьков, 1984. — 285 с. — № 01830005016.
2. Баумгартнер Р. Ампутация и протезирование нижних конечностей / Р. Баумгартнер. — М.: Медицина, 2002. — 504 с.
3. Boone D.A. Use of Prosthesis Evaluation Questionnaire (PEQ) / D.A. Boone // J. Prosthetics Orthotics. — 2006. — Vol. 18, № 1 (Suppl.). — P. 68–79.

Статья поступила в редакцию 27.08.2010