

УДК 615.477.2:617.582

Оптимізація геометричних параметрів гільз протезів стегна на рівні посадкового кільця

І.Л. Тимофєєв, І.В. Карпенко, Ю.М. Задерей, О.В. Гадяцький

Український науково-дослідний інститут протезування, протезобудування та відновлення працездатності, Харків

One of the basic indices of quality in the fitting of hip prosthesis sockets consists in absence of local overloads in separate areas, hence there is a problem of optimization in the geometrical parameters of the sockets for the optimum distribution of pressure on the stump surface with regard for zone susceptibility of soft tissues to loads.

Одним из основных показателей качества подгонки гильзы протеза бедра является отсутствие локальных перегрузок в отдельных областях, в связи с чем возникает задача оптимизации геометрических параметров гильзы для достижения оптимального распределения давления по поверхности культи с учетом зональной восприимчивости мягких тканей к нагрузкам.

Ключові слова: гільза протеза стегна, тиск гільзи, оцінка тиску

Вступ

Комфортність посадки куksi в гільзі протеза перш за все залежить від раціональної побудови гільзи, основними показниками якої є певна відповідність внутрішнього об'єму і форми гільзи параметрам куksi, а також оптимальне навантаження різних ділянок куksi. Дослідження поля тиску, що передається з гільзи протеза на куksу, проведено в УкрНДІ протезування за допомогою інформаційно-виміральної системи оцінки тиску. Було визначено зони куksi стегна, що сприймають максимальний рівень тиску з боку гільзи протеза [1]. Ними є ділянки сідничної площадки і промежини, які розташовані на рівні посадкового кільця. Навантаження, яке діє в цих зонах, складає понад 60% від того, що сприймає поверхня куksi на зазначеному рівні (рис. 1). Половина цього тиску сприймається сідничним горбом, а половина — м'якими тканинами куksi в зоні промежини. Якщо сприйняття навантаження сідничним горбом є фізіологічно обумовленим, то його вплив на дуже чутливий шкірний покрив промежини призводить до патологічних наслідків. За статистичними даними, близько 19% хвороб куksi, таких як травмоїди, потертості, нани, виникають саме в цій зоні [2].

Останнім часом проведено окремі дослідження, які присвячено кількісній оцінці тиску гільзи на куksу і його розподілу на контактній поверхні [3, 4].

Метою дослідження є оптимізація геометричних параметрів гільз протезів стегна на рівні посадкового кільця.

Матеріал та методи

Для оптимізації геометричних параметрів гільз протезів стегна було проведено експериментальне протезування 26 пацієнтів з ампутаціями внаслідок травми. Більшій частині (14 пацієнтів) ампутацію виконано на рівні середньої третини стегна, 9 — верхньої третини і 3 — нижньої третини. Всіх пацієнтів забезпечували гільзами поперечно-овальної форми. Виявлення тиску проводили за допомогою інфор-

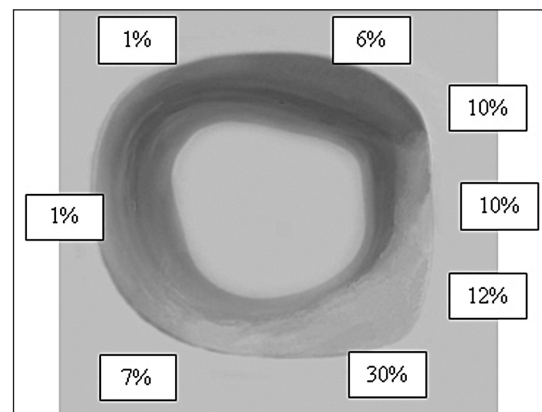


Рис. 1. Схема розподілу тиску гільзи протеза на куksу стегна на рівні промежини у відсотках (вид зверху на ліву гільзу)

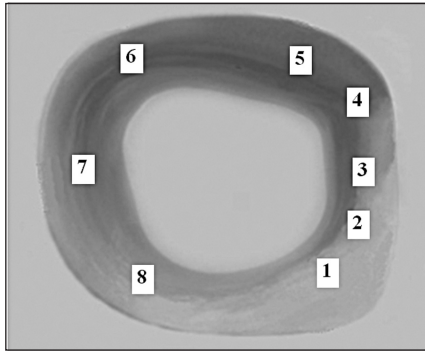


Рис. 2. Розташування датчиків тиску на гільзі

маційно-вимірювальної системи оцінки. Датчики тиску встановлювали на периметрі гільзи на рівні посадкового кільця у таких точках (рис. 2):

- 1) у ділянці розташування сідничного горба;
- 2) на радіусі між внутрішньою і задньою стінками;
- 3) у зоні промежини;
- 4) у зоні розташування довгого привідного м'язу стегна;
- 5) у ділянці нервово-судинного пучка;
- 6) на радіусі між передньою і зовнішньою стінками;
- 7) у ділянці розташування великого вертлюга;
- 8) на радіусі між зовнішньою і задньою стінками.

Основні досліджувані під час експерименту геометричні параметри гільзи (рис. 3):

- радіус між передньою і медіальною стінками, R_1 ;
- радіус між медіальною і задньою стінками, R_2 ;
- радіус між задньою і латеральною стінками, R_3 ;
- радіус між латеральною і передньою стінками, R_4 ;
- радіус кривизни медіальної стінки, R_5 ;
- радіус кривизни передньої стінки, R_6 ;
- радіус кривизни задньої стінки, R_7 .

Оптимізацію геометричних параметрів гільзи проводили таким чином: під час ходьби пацієнта на дистанцію 5 м проводили вимірювання тиску, який передається з гільзи протеза на куксу, і реєстрацію результатів. Протез знімали і значення одного із досліджуваних радіусів гільзи змінювали (інші сім параметрів гільзи залишали незмінними). Проводили вимірювання і реєстрацію величини тиску, яка відповідала дещо зміненій формі гільзи. Зміну параметру здійснювали доти, поки розподіл тиску

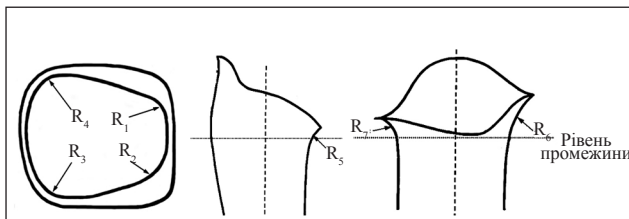


Рис. 3. Основні досліджувані під час експерименту параметри поперечно-овальної гільзи (на прикладі лівої гільзи)

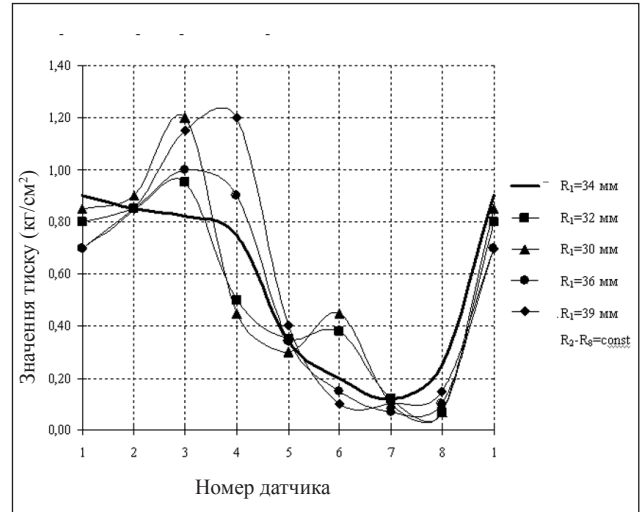


Рис. 4. Залежність величини тиску, який передається з гільзи на куксу стегна, від значення радіуса кривизни між передньою і медіальною стінками, R_1

вздовж гільзи не приймав рівномірний характер без чітко виражених сплесків. Приклад зміни величини тиску, який передається з гільзи протеза на куксу стегна у разі зміни радіуса кривизни між передньою і медіальною стінками R_1 наведено на рис. 4. Лінія, яка відповідає радіусу 34 мм, характеризує найрівномірніший розподіл тиску вздовж поверхні гільзи. Тому величина радіуса, яка складає 34 мм, є оптимальною. Аналогічно проводили оптимізацію інших геометричних параметрів гільзи.

Під час експерименту виготовлені для пацієнтів гільзи мали різні окружні розміри. Аналіз оптимальних геометричних параметрів поверхонь гільз з різними окружними розмірами показав, що зміна значень геометричних параметрів зі збільшенням окружного розміру гільзи має практично лінійну залежність (рис. 5).

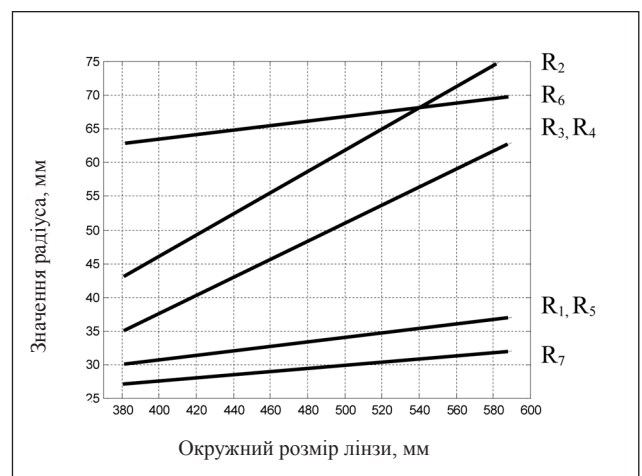


Рис. 5. Залежність геометричних параметрів гільзи від її окружних розмірів на рівні промежини

Таблиця. Норми тиску посадкового кільця гільзи протеза на куксу стегна залежно від рівня ампутації та умов навантаження

Умови навантаження	Номер датчика	Величина тиску, (кг/см ²)		
		ампутація в н/3	ампутація в с/3	ампутація у в/3
Без навантаження	1	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01
	2	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01
	3	0,025 ± 0,01	0,045 ± 0,01	0,055 ± 0,01
	4	0,027 ± 0,01	0,045 ± 0,01	0,065 ± 0,01
	5	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,07 ± 0,01
	6	0,02 ± 0,01	0,035 ± 0,01	0,055 ± 0,01
	7	0,006 ± 0,01	0,009 ± 0,01	0,01 ± 0,01
	8	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Статичне навантаження	1	0,5 ± 0,05	0,6 ± 0,05	0,7 ± 0,05
	2	0,5 ± 0,05	0,6 ± 0,05	0,7 ± 0,05
	3	0,45 ± 0,05	0,6 ± 0,05	0,7 ± 0,05
	4	0,25 ± 0,05	0,4 ± 0,05	0,45 ± 0,05
	5	0,15 ± 0,05	0,25 ± 0,05	0,3 ± 0,05
	6	0,1 ± 0,05	0,15 ± 0,05	0,2 ± 0,05
	7	0,07 ± 0,05	0,1 ± 0,05	0,15 ± 0,05
	8	0,1 ± 0,05	0,15 ± 0,05	0,25 ± 0,05
Динамічне навантаження	1	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	1,0 ± 0,1
	2	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	1,0 ± 0,1
	3	0,65 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,9 ± 0,1
	4	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1
	5	0,2 ± 0,1	0,25 ± 0,1	0,3 ± 0,1
	6	0,15 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,25 ± 0,1
	7	0,05 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,15 ± 0,1
	8	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1

Результати та їх обговорення

Отримані величини тиску, який передається з гільзи на куксу стегна, були розподілені на три групи залежно від довжини кукси. Величини тиску за вказаними датчиками досить чітко створюють угруповання і показують характер його розподілу за периметром гільзи. Після визначення середніх значень і середньоарифметичних відхилень у групах ці дані були обрані як норми тиску, що передається з гільзи протеза на куксу стегна (таблиця). Визначені норми тиску гільзи протеза на куксу стегна

і проведені дослідження взаємодії кукси стегна з гільзою протеза дозволяють дати об'єктивну оцінку відповідності гільзи протеза кістково-м'язовому апарату кукси.

Як приклад наводимо результати протезування хворої Г. (14 років), якій протез виготовлено у 2007 р. Дослідження розподілу тиску гільзи на куксу стегна виявили високу навантаженість сідничних кістки і м'язу, а всі інші зони кукси не мали достатнього навантаження (рис. 6, а). Це свідчить про передачу навантажень з гільзи на куксу лише через сідничну

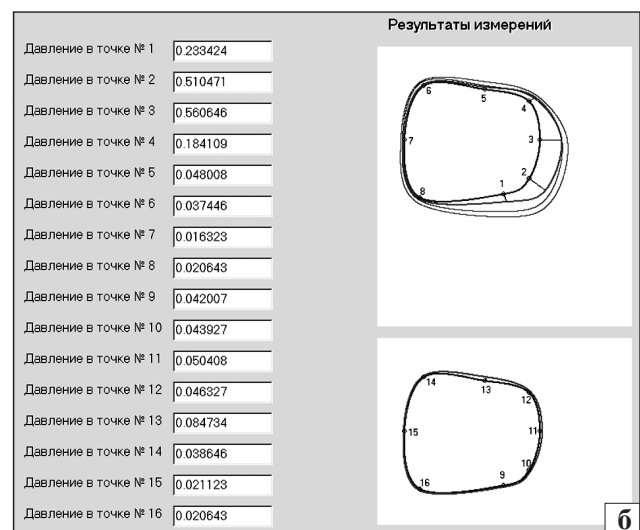
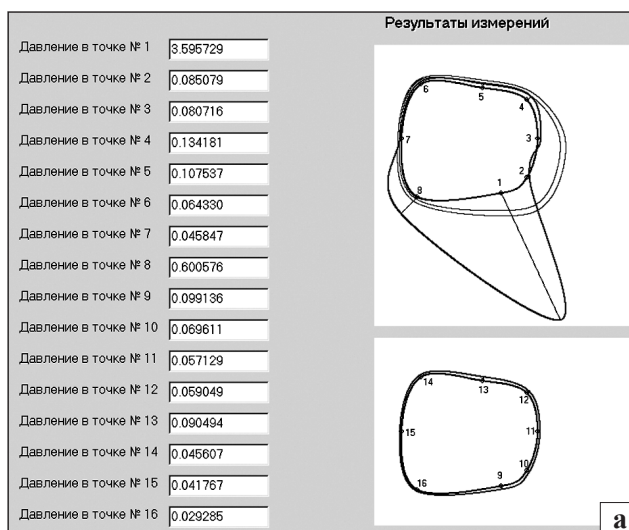


Рис. 6. Епюри розподілу тиску для гільзи з «вільною посадкою» (а) та в повноконтактній гільзі (б)

кістку (випадок «вільної посадки»). Виготовлення нової повноконтактної гільзи дозволило уникнути пікових навантажень і розподілити тиск на всій поверхні гільзи (рис. 6, б).

Висновки

За допомогою запропонованої інформаційно-вимірювальної системи оцінки тиску можна проводити оптимізацію основних геометричних параметрів поверхонь гільз протезів стегна на рівні промежини. Критерієм оптимізації кожного параметру є рівень і характер розподілу тиску на поверхні гільзи. Основні оптимізовані геометричні параметри гільзи: радіуси між передньою і медіальною, медіальною і задньою, задньою і латеральною та латеральною і передньою стінками, а також радіуси кривизни медіальної, передньої та задньої стінок гільзи.

Отримані значення величини тиску дозволили встановити норми тиску посадкового кільця поперечно-овальних гільз протеза на куку стегна у ви-

гляді графічних епіюр. Їх аналіз дозволяє зробити висновок про відповідність гільзи протеза кістково-м'язовому апарату кукси і, в разі необхідності, приймати рішення про корекцію гільзи.

Застосування розробленої інформаційно-вимірювальної системи під час оцінки відповідності гільз протезів стегна для 106 інвалідів дозволило підвищити якість їх протезування.

Література

1. Провести дослідження та розробити інформаційно-вимірювальну систему оцінки навантажень гільзи протеза на куку стегна: звіт про НДР / організація-виконавець: кер. Тимофеев І.Л., викон. Грищенко В.С., Карпенко І.В., Качер В.С. — Харків, 2008. — 100 с. — № 0107U00467.
2. Кондрашин Н.И. Руководство по протезированию / Н.И. Кондрашин. — М.: Медицина, 1988. — 542 с.
3. Hong J.H. Relationship between socket pressure and EMG of two muscles in trans — femoral stumps during gait / J.H. Hong // *Prosthetics Orthotics Int.* — 2005. — Vol. 29, № 12. — P. 59–72.
4. Гусев М.Г. Современный метод биомеханической оценки рациональности изготовления приемных гильз протезов нижних конечностей / М.Г. Гусев, А.С. Малыхин, К.К. Щербина // *Травматол. и ортопед. России.* — 2007. — № 3. — С. 36–41.