

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ КОНТАКТУЮЧИХ ПОВЕРХОНЬ КОМПОНЕНТІВ ЕНДОПРОТЕЗІВ СУГЛОБІВ ЛЮДИНИ ВІД МАТЕРІАЛІВ ПАРИ ТЕРТЯ

*НТУ «Дніпровська політехніка»*

**Довбань М.М.**

**Наукові керівники: к.т.н., доц. Панченко С.П.,**

**д.т.н., доц. Колосов Д.Л.**

### **Вступ.**

Будь-який рухомий механізм схильний до зносу. Ендопротези суглобів - не виняток. Під час ходьби пацієнта головка ендопротезу постійно третється по поверхні вертлужного компоненту («чашка»), відокремлюючи від нього мікроскопічні частинки матеріалу.

Це нормальний процес старіння штучного суглоба, повністю позбутися якого поки що неможливо. Швидкість зносу ендопротезу безпосередньо залежить від матеріалів, з яких виготовлені голівка та чашка. Поєднання цих матеріалів називається «парою тертя» ендопротезу.

Сьогодні при виробництві штучних суглобів застосовують різноманітні металеві сплави, пластик (поліетилен), а також кераміку у різних комбінаціях. Розглянемо докладніше основні пари тертя сучасних ендопротезів та дізнаємося про їх переваги та недоліки.

### **Мета роботи.**

Дослідити вплив матеріалів існуючих пар тертя, які використовуються при виробництві штучних ендопротезів суглобів людини, на зношувальність поверхонь, що контактують.

### **Основний матеріал.**

Перш за все треба відзначити, що швидкість зносу ендопротезу суглоба максимальна для пари тертя «стандартний поліетилен-метал» та мінімальна для повністю керамічної пари тертя. Але реальна швидкість зносу залежить також від маси пацієнта та його рівня фізичної активності.

#### *1. Пара тертя поліетилен - метал*

Це найпоширеніша на сьогоднішній день пара тертя. За даними авторитетного Шведського реєстру артропластики, на її частку припадає близько 80% операцій з ендопротезування кульшового суглоба. У такій парі тертя, головка ендопротезу металева. Зазвичай це сплав кобальту та хрому. Вертлужний компонент (або його вкладиш) виготовляється із пластику, а точніше надвисокомолекулярного поліетилену високої щільності. Цей пластик буває двох різновидів:

- стандартний поліетилен,
- зшитий поліетилен.

Швидкість зношування стандартного поліетилену в середньому дорівнює 200 мікронам на рік, зшитого - 20 мікронам на рік. Таким чином, знос зшитого поліетилену приблизно в 10 разів менше.

Якщо порахувати, то за 15 років експлуатації ендопротезу суглоба буде втрачено близько 3 мм товщини чашки для стандартного поліетилену та близько 0,3 мм – зшитого.

Враховуючи, що товщина чашки, як правило, не менше 7 мм, то залишається добрий запас ще на 15 років. Але проблема в тому, що довговічність ендопротезу не дорівнює терміну повного зношування чашки. Частинки пластику потрапляють в організм пацієнта і запускають складну імунологічну реакцію. Вона призводить до часткового руйнування кісток, в яких закріплений штучний суглоб. Через кілька років, від 10 до 20, фіксація суглоба порушується настільки, що виникає необхідність його заміни. Зношування чашки при цьому може бути ще порівняно невеликим.

Зрозуміло, що чим менша швидкість зносу поліетилену, тим довше прослужить суглоб і тим пізніше буде потреба у його заміні на новий. Загалом, зшитий поліетилен, безумовно кращий за стандартний, але дорожчий за нього.

Виникає питання : коли є сенс застосовувати стандартний поліетилен? Це можливо у тих випадках, коли:

очікувана тривалість активного життя пацієнта не перевищує 15 років, пацієнт має невелику масу тіла та (або) веде малорухливий спосіб життя, пацієнт не в змозі придбати більш «просунуту» пару тертя.

### *2. Пара тертя метал - метал*

Зношування цієї пари в 2 рази менше, ніж у зшитого поліетилену. Може здаватися, що це гарний результат. Але на жаль, спроба широкого впровадження пари тертя "метал - метал", яка мала місце на початку 2000-х років, виявила її серйозні недоліки.

Якщо коротко, то іони металів, потрапляючи в м'які тканини навколо суглоба, приносять більше шкоди, ніж велика кількість поліетиленової тирси від стандартної пари тертя «поліетилен — метал».

В даний час ця пара тертя практично не використовується. За даними того ж Шведського реєстру артропластики, з 2010 року в цій країні не було проведено жодної операції із заміни кульшового суглоба з використанням повністю металевої пари тертя.

### *3. Пара тертя кераміка-кераміка*

Найбільш досконалою на сьогоднішній день парою тертя ендопротезів кульшового суглоба є «кераміка - кераміка». Вона забезпечує мінімальний знос - менше 1 мікрона на рік. А це лише 0,02 мм за 20 років експлуатації.

Саме тому повністю керамічна пара тертя особливо доречна у молодих та фізично активних пацієнтів. Малий темп зношування дозволяє таким людям порівняно безпечно експлуатувати ендопротез під суттєвими навантаженнями тривалий час.

Виникає очевидне питання: які у керамічної пари тертя існують недоліки. Такими в першу чергу є:

висока вартість,

незначна кількість пацієнтів у певних положеннях ноги може чути механічний звук, схожий на скрип,

менша міцність у порівнянні з іншими парами тертя.

Тут може виникнути протиріччя: з одного боку ми кажемо, що ця пара тертя забезпечує мінімальний знос, тобто демонструє високу зносостійкість, але з іншого – має меншу міцність. Дамо пояснення цьому пункту. Можливе існування хибного уявлення, що при експлуатації керамічної пари тертя, найменше навантаження, стрибок чи щось подібне призведе до катастрофи – ендопротез розколеться. Це не відповідає дійсності. Сучасні керамічні компоненти ендопротезу дуже міцні і в процесі звичайної фізичної активності не можуть розколотися. З часом, на них можуть з'являтися тріщини та сколи. Однак навіть у цьому випадку термін їхньої служби буде набагато більшим, ніж у пари тертя «поліетилен — метал».

Тут можна відзначити, що в якості проміжної ланки між повністю керамічною парою тертя і парою тертя "поліетилен - метал" існує пара тертя "поліетилен - кераміка". Її ціна нижча за «кераміку — кераміку», а швидкість зносу приблизно в 2 рази менша за «поліетилен — метал».

### **Висновки.**

Керамічна пара тертя – найбільш досконала на сьогоднішній день. Її використання особливо доречно у молодих та фізичних активних пацієнтів.

Рекомендовано використовувати пару тертя «кераміка - кераміка» або «зшитий поліетилен - кераміка». Якщо ж пацієнт не може придбати ендопротез із такими парами тертя, то можна використовувати і інші. Навіть у найбільш розвинених країнах світу на більш доступну пару тертя «зшитий поліетилен — метал» припадає 80% операцій ендопротезування кульшового суглоба. Це говорить про те, що дана пара тертя зовсім не погана - просто є більш досконалі пари тертя. Крім того, не завжди існує технічна можливість використовувати просунуті пари тертя. У деяких ситуаціях застосовується лише пара тертя "поліетилен - метал".

В залежності від обраного матеріалу, реальна швидкість зносу поверхонь деталей ендопротезів, які контактують між собою, у різних пацієнтів може істотно відрізнятись, наприклад:

- у пацієнтів із надмірною масою тіла,
- у пацієнтів, які займаються важкою фізичною працею.

### **Перелік посилань**

1. Schraubpfannen, State of the Art, Editor: Effenberger H., MCU, 2004
2. <https://vakulenko.dn.ua>
3. Панченко С.П., Олейник А.Е., Ковбаса Е.А., Фролов Н.А. Биомеханическое обоснование формы резьбового элемента вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава. / Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2017, № 3, С. 69-78.