



**Эндопротезирование
коленных суставов:
развитие техники и хирургической мысли**

И. М. Зазирный

**Городской ортопедический центр - ортопедическое
отделение**

**ТМО Печерского района г. Киева
(директор - Г. И. Румак)**



Тотальная замена коленного сустава (КС) - метод лечения тяжело деструктированных коленных суставов с высокой степенью успеха такой, каким мы его знаем в настоящее время, насчитывает 120 - летний опыт развития хирургической техники, биомеханических и материаловедческих исследований.

Целью его является самая полная реконструкция функции коленного сустава. Главные атрибуты: движение, стабильность и, конечно безболезненность. Менее проблематичен метод лечения деструктированного коленного сустава артродез, в результате которого выполняются только два главных условия, так как нарушается движение, что является для активного человека в современном обществе практически незаменимым.

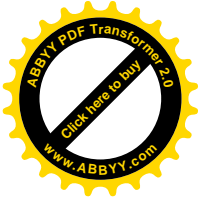
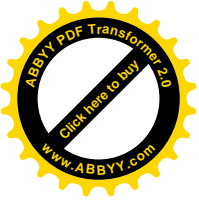
Снижение болезненности и восстановления функции сустава, страдающего артрозом привлекала внимание хирургов уже в начале 19 века. Англичанин G. Barton провел в 1826 г. остеотомию верхней челюсти при анкилозированном temporомандибулярном суставе, чтобы образовать новый сустав. После введения Листером асептики Verneuil (1863) использовал суставную сумку между обнаженными суставными поверхностями после резекции КС. Ollier (1886) использовал мышцу, как прокладку для предотвращения реанкилоза КС (Rybka V. et al., 1993), а Helferich (1894) сообщает об успешной артропластике КС с помощью мышечной прокладки.

Campbell (1940) первый описал использование металла в реконструкции человеческого КС. Он покрыл закругленной пластинкой из виталиума феморальный мыщелки и зафиксировал их винтом к дистальному концу бедра. Смит-Петерсон в 1939 г. использовал свободно прилегающие моделированные пластинки из виталиума для покрытия феморальных мыщелков без особого успеха, как описывает Potter (1972); G. Speed and P. Trout (1949) описывают примерно 45% успешных



случаев после фасциальной артропластики КС. Из показаний к операции они исключили многоразовые суставные повреждения, остеопороз, инфекцию.

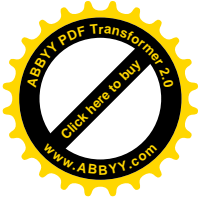
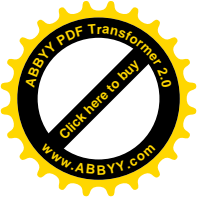
Во второй половине пятидесятых годов McKeever (1960) ввел в ортопедию замену тибиального плато коленного сустава пластинками из хромокобальтового сплава. McKeever видел основы гемиартропластики обоих плато тibia в хороших знаниях биомеханики. Он выделил достаточно большую область поверхности, на которую действует нагрузка 20,16 Мра (т. е. приблизительно 201,6 кг на см²). Напряжение суставной поверхности должно само удерживать аллопластику в месте ее контакта без дополнительных приспособлений, которые впоследствии циклических изменений напряжения могли бы сместиться. McKeever обращал внимание на необходимость стабильной передачи напряжения между костью и аллопластикой суставной щели КС. Кость только тогда выдержит повторяющиеся нагрузки, когда они имеют стабильное направление, разделенное равномерно по поверхности обоих имплантантов. В противном случае произойдет перегрузка одной части и разгрузка второй части сустава, что неизбежно приведет к подвижности имплантантов с последующей резорбцией кости. Показаниями к имплантации пластинок McKeever были: острые боли, потеря функции и снижение радиуса действия ходьбы больного, вызванные гонартрозом или воспалительным ревматическим заболеванием с осевым отклонением до 20⁰ и сгибательной контрактурой не более 30⁰. На большие флексийные контрактуры перед имплантацией он воздействовал капсулотомией или надмышцелковой остеотомией бедра. Противопоказаниями к операции были: наличие больших псевдокист субхондральной части большеберцовой кости, состояние после неспецифического гонита, медиальная или латеральная сублюксация голени, или же недостаточная функция m. quadriceps femoris при нейромышечном заболевании.



Хромокобальтовые пластинки McKeever полукруглой формы и одинаковой криволинейности контактных поверхностей с тибиальным плато он сделал после изучения сорока трупных большеберцовых костей разных размеров и пола. Имплантанты были изготовлены попарно для левого и правого КС. Фиксацию пластинки или гемиартропластики обеспечивал стержень Т - образной формы в ее нижней части, ориентированный вентрально на нужной высоте для пенетрации в субхондральную кость. Имплантацию пластинок он провел с 10^0 вентральной конвергенцией. Пять пластинок различной толщины, имеющие три размера гарантировали коррекцию вальгусной или варусной деформации в зависимости от показаний.

В своей оригинальной операционной технике McKeever также описал метод элевации вдавленного тибиального плато после травмы или же в случае воспалительного или дегенеративного процесса методом остеотомии. С 1955 г. McKeever провел в целом 76 имплантаций у 40 больных с одним неудачным исходом из-за вспышки старой инфекции, что составляет 98% успеха с учетом максимального пятилетнего послеоперационного наблюдения.

К гемиартропластике относятся и пластинка McIntosh (1966), введенная в аллопластику коленного сустава в 1958 г. Пластинки McIntosh, заменяющие оба тибиальных плато, также имеют полукруглую форму, изготовлены из виталлиума толщиной в пределах от 3 до 21 мм в трех размерах. Их нижняя поверхность гофрированная, без фиксирующего стержня. Важным условием имплантации гемиартропластики McIntosh было достаточное дорзальное погружение имплантата. Предпосылкой для этого является устранение задней части мышечка тибии, лучше всего с помощью осцилирующей пилы. Более дорзальное расположение помешает имплантанту подвинуться вентрально при сгибании КС. McIntosh проводил минимальную резекцию



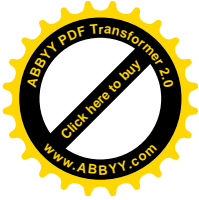
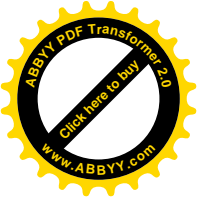
кости с условием сохранения субхондральной зоны тибиального плато. Показания и противопоказания к операции были такими же, как у гемиартропластики McKeever с условием воздействия капсулотомии на большую сгибающую предоперационную контрактуру коленного сустава. McIntosh прооперировал по своему методу в целом 58 коленных суставов, из этого количества у 51 больного двустороннее. Провел шесть замен медиального плато и одну имплантацию латерального. Клинические результаты гемиартропластики McIntosh более 70% случаев очень хорошие, учитывая и трех - пятилетний послеимплантационный период.

В середине семидесятых годов фирма "Zimmer" вводит в клиническую практику гемиартропластику коленного сустава под названием "Sbarbaro". По сути речь идет об утолщенных виталлиумных пластинках McIntosh полукруглой формы с гофрированной контактной поверхностью с резецированной костью тibiaи.

Расположенный продольно стержень в форме пластинки с лезвием имеет два отверстия для врастания спонгиозной кости. После имплантации плато типа "Sbarbaro" якорные стержни размещены параллельно с межмышцелковым возвышением. С учетом пятилетнего клинического использования известно 85% положительных результатов из общего количества 350 проведенных имплантаций.

C. Townley (1964) описывает покрытие тибиальных плато пластинками из прочной стали, фиксированными к тibiaи двумя винтами. Результаты имплантации проведенные на 19 коленных суставах в течении двух лет в 74% признаны очень хорошими.

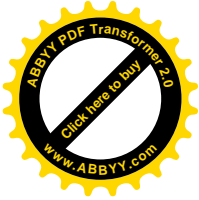
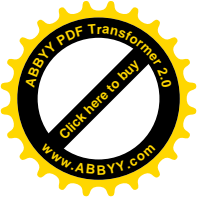
G. Platt and C. Pepler (1969) опубликовали десятилетний труд по изучению имплантации моделированной пластики феморальных мышцелков, изготовленных из прочной стали в трех размерах отдельно для каждой стороны. Показанием для операции была тяжелая продолжительная острая боль в коленном суставе, которая не



поддавалась дальнейшему консервативному лечению со сгибательной контрактурой и осевой деформацией. За десятилетний период была дана оценка 62 проведенным имплантациям, преимущественно с показаниями воспалительного заболевания. 49 из 62 суставов сохранили безболезненную подвижность на 60%, стабильность и функция улучшились у значительного числа суставов. Больные с активной формой ревматоидного артрита часто обнаруживали, что оперированный коленный сустав, после определенного периода оказывал благотворительное влияние на уменьшение общей болезненности других суставов.

A. Wetzensen, S. Weller (1987) опубликовали результаты опытов 395 описанных гемиартропластик типа "St. Georg" при гонартрозе с учетом примерно семилетнего послеоперационного периода. Показания: односторонний артроз у больного в возрасте до 60 лет, максимальная осевая девиация 20° , сгибательная контрактура до 20° , сохраняемая подвижность коленного сустава с амплитудой до 70° и хорошо сохранившийся связочный аппарат. Они описывают три случая отказа имплантата в следствии его поломки или стирания и только один случай прогрессирующего гонартроза во второй части сустава. Результаты показали, что артротические боли отсутствуют длительный период времени и сохраняется достаточная подвижность при хорошей стабильности сустава. При обнаружении признаков артротического процесса с возможностью его быстрее прогрессирования во второй части суставной щели, авторы рекомендуют уже в ходе операции избрать кондиллярный тип имплантата.

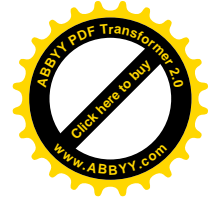
Первой тотальной заменой коленного сустава в подлинном смысле этого слова, был подвесной эндопротез, сконструированный по принципу шарнирного сустава. Его зачинателем был Walldius B. (1957), который в 1951 г. применил подвесную замену из акрила. В 1957 г. Walldius



использует виталиумный подвесной сустав. Модифицированными заменами коленного сустава подвесного типа были заменены по Ширсу и Янгу. Показаниями к имплантации был продолжающийся гонартроз коленного сустава при ревматоидном артрите, опухолях и посттравматических состояниях. Артропластика была успешной только у больных с сидячим образом жизни, потому что делала возможным движение только в сагиттальной плоскости по сравнению с трехплоскостным движением нормального коленного сустава. Это приводило к повышению нагрузки в несколько раз при соединении имплантата с костью. У более активных индивидуумов доходило к ослаблению имплантата, в некоторых случаях к перелому диафиза бедра и тибии.

Конструкции подвесного типа заменяют модифицированными подвесными эндопротезами. Для этого типа характерна сжатость в положениях полного разгибания. Они позволяют полную свободу ротации в положении сгибания. Против классических подвесов их аппликация требует меньшую резекцию кости. К таким типам эндопротезов относится сфероцентрическая замена, введенная Matthews L. (1973) и тотальная замена КС по Attenborough C. (1978). Определенная неудовлетворенность сроком годности замен подвесного типа вела к развитию взаимно несвязанных кондиллярных замен коленного сустава.

Общей чертой кондиллярных замен коленного сустава является использование тонких и компактных компонентов, которые более или менее имитируют формы естественных тибиальных и феморальных мыщелков. Феморальный компонент изготовлен из прочной стали, виталлиума или же титана. Тибиальная часть изготовлена из полиэтилена (UNMWPE). Конструкция кондиллярных замен позволяет почти полную амплитуду движения в оперированном суставе. Необходимым условием для имплантации и хорошей функции является полное сохранение



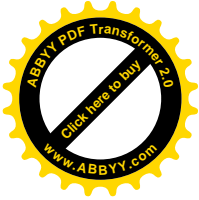
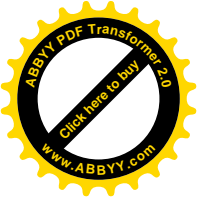
коллатеральных связок КС. Резекция кости, неизбежна для их имплантации, небольшая, так что реоперация или же артродез нетруден. Для первых имплантантов были характерны простые геометрические формы компонентов, не соответствующие действительным анатомическим формам коленного сустава. Один из первых геометрических решенных поверхностных замен была полицентрическая кватроартропластика (F. Gunston, 1971).

Причиной ее неуспеха были маленькие контактные поверхности с большой концентрацией напряжения в кости под имплантантом, что вело к перестроечным изменениям кости и преждевременному ослаблению эндопротеза. Freeman M., Swanson S. (1973) разработали замену компонентов цилиндрической формы в двух модификациях, одна из них возможна при сохранении крестообразных связок КС, вторая может быть использована и при их отсутствии.

К самым распространенным типам имплантантов того периода относится эндопротез Geomedic (Coventry и К^о 1972). Его преимуществом была хорошая амплитуда движения, включая необходимые ротации и хорошая стабильность. Однако нужно было полностью сохранить связочный аппарат КС, а феморальный компонент не имел контактную поверхность с надколенником. Поэтому одной из основных причин его неуспеха были частые боли в пателофеморальном суставе.

Желание увеличить размер флексии и необходимость ротации вело к конструктивным изменениям феморальной части эндопротеза. Так же, как и у нормального человеческого коленного сустава, в дорзальном направлении был постепенно уменьшен радиус кривизны суставных поверхностей мыщелков. Конструкторы также уделили внимание созданию адекватной плоскости для надколенника.

В специальной терминологии эти имплантанты их авторы стали называть анатомическими, чтобы отличить от первоначальных

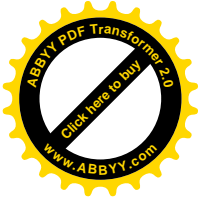
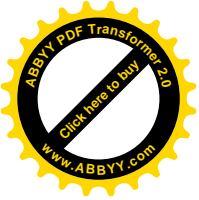


геометрических концепций. Однако не следует значение слова "анатомический" для обозначения эндопротеза понимать буквально. До сих пор все имплантанты остаются компромиссом между действительными анатомическими формами коленного сустава и технолого-экономическими возможностями производства (V. Rybka, 1979).

Одним из первых представителей современных кондиллярных замен был имплантант, разработанный Insall (1974). После оценки первых результатов анатомических кондиллярных замен в 1974 г. эндопротез дополнен так называемым тотальным тибиальным плато, благодаря чему его применение стало возможным при тяжелом повреждении или комплексном дефекте крестообразных связок.

В 1978 г. были улучшены биохимические свойства полиэтиленового тибиального компонента за счет включения металлической траверсы, которая обеспечивает более равномерный перенос сил на проксимальную часть тibia (Insall, 1979), что увеличивает срок годности и устойчивости имплантанта. Позже Insall, Lashevich, Bernshtein (1982) модифицируют кондиллярный имплантант в дорзально стабилизированный. Его феморальный виталиумный компонент имеет трансверзальный кулачек, который своим контактом с дорзальной частью полиэтиленового межмышцелкового возвышения делает возможным движение до 120° флексии. Контакт сосредотачивает компрессионные силы, возникающие из-за флексии КС прямо в области тибиального металлического стержня. Таким образом, с одной стороны возрастает необходимая стабильность имплантанта во флексии, с другой повышаются нежелательным способом требования к устойчивости фиксации тибиального компонента.

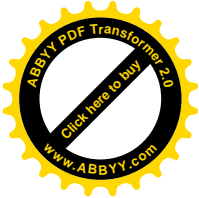
К другим анатомическим кондиллярным заменам относится широко распространенная в настоящее время кинематическая замена Howmedica, а в США и в Европе известна замена типа Townley (1985).



Кульминацией усилий, направленных на создание анатомической конструкции кондиллярной замены является так называемые "менисковые эндопротезы". Феморотибиальное движение здесь осуществляется через подвижные "мениски" из полиэтилена, позволяющие не только ротационное движение, но и движение подобно тем, которое производится нормальным коленным суставом. Представителем является "Oxford Knee" (Goodfellow а o'Connor, 1982) или модель "New Jersey" (Pappas and Buechel 1979), имеющая кроме этого пористую контактную поверхность для бесцементной фиксации. Определенным недостатком этих имплантантов является сложность их конструкции, трудоемкость и относительно высокая цена.

Большинство современных анатомических эндопротезов образуют строительные системы, состоящие из разных типов взаимно заменяющихся компонентов, позволяющих ряд операционных альтернатив в зависимости от характера деструкции сустава. Они имеют обычно 5 - 6 основные величинные размеры компонентов.

Феморальные компоненты металлические, тибиальные имеют полиэтиленовую контактную суставную поверхность, армированную металлической траверсой. Каждая величинная группа содержит стандартный вариант тибиального комплекта, при котором сохраняются крестообразные связки и тотальный вариант, при котором поврежденные связки подлежат резекции. Добавляемые тибиальные пластиковые компоненты имеют несколько толщин, что позволяет разрешить и большие осевые деформации при полной тонизации связочного аппарата. У большинства больных хотя бы часто заменяется пателофеморальный сустав: либо гемиартропластически, путем покрытия феморальной части сочленения или тотально, комбинацией кондиллярной замены с пателлярным компонентом (Marcacci M., 1995).



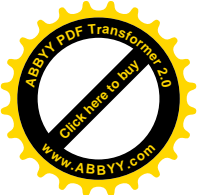
Пателлярный имплантант заменяет суставную поверхность и установлен в субхондральную кость надколенника. Он существует в анатомической форме (контактная суставная поверхность в целом соответствует форме чашечки) или намного более приемлемой форме неанатомической (обеспечивает только конгруенцию с феморальным компонентом) (Krackow K. A., 1990).

Из результатов исследований, опубликованных за последние десять лет становится очевидным, что анатомическая тотальная замена коленного сустава широко применяется в клинической практике с 95% успеха с учетом наблюдений в течении 5 - 10 лет после операции (Rybka V. et al., 1993).

В настоящее время внимание ортопедов приковано к различным концепциям бесцементной фиксации коленных замен. Биологическая связка путем костного вставания предполагает совершенно точную, стабильную посадку имплантата на костную лунку. Модификация потребует определенной методики и инструментария. Послеоперационная реабилитация по сравнению с цементированным имплантантом проходит дольше и сложнее (Gagon G. et al., 1995).

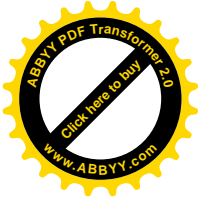
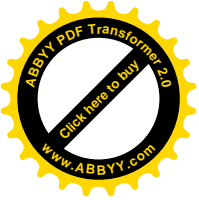
Переходом между цементированными и нецементированными тирами является эндопротез Freeman (1983), который фиксируется полиэтиленовыми стержнями винтообразного характера. Он используется в зависимости от ситуации с костным цементом или без него. Таким же компромиссом является также протез "Zimmer" MG II.

Типичным представителем чисто бесцементной замены является имплантант, предложенный Hungerford. Его типовые названия P. C. A. (Porous Coated Arthroplasty) происходит от пористой поверхности на контактной площади компонентов, позволяющей костное вставание а, значит, и вторичную фиксацию имплантата (Hungerford, 1982).



Современные кондиллярные аллопластики в высокой степени соответствуют физиологическому устройству коленного сустава и используют скорее биологическое, чем механическое направление движения.

Основой успеха, независимо от типа эндопротеза и способа его фиксации, остается тщательный отбор больных и совершенная хирургическая техника имплантации.

**Список литературы:**

1. Attenborough C. G.: The Attenborough total knee replacement.
JBJS. 60 - B: 320. 1978.

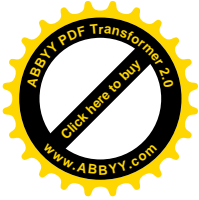
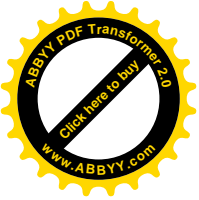
2. Barton J. R. On the treatment of ankylosis by formation of
artificial Joints.
Am. Med. Surg. J. 1 : 7, 1827.

3. Campbell, W. C.: Interposition of vitalium plates in arthroplasties
of the knee. Preliminary report.
Am. J. Surg. 47 : 639 - 641. 1940.

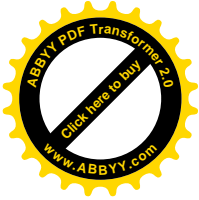
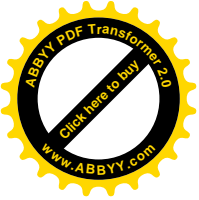
4. Coventry, M. B.: A new geometric Knee for total knee
arthroplasty.
Clin. Orthop. 83 : 157, 1972.

5. Freeman, M. A. R., Swanson, S. A. V.,
Todd, R. C.: Total replacement of the Knee using the
Freeman - Swanson knee prosthesis.
Clin. Orthop. 94 : 153, 1973.

6. Freeman, M. A. R.: Cementless fixation of prosthetic components
in total arthroplasty of the knee and hip.
Clin. Orthop. 176 : 88 - 94, 1983.



7. Gacon G., Coillard J. Y.,
Barba L., Travers V.:
Uncemented knee prosthesis. Result apropos
of 58 cases with a minimum of 5-year follow-up
Revue de Chirurgie Orthopedique et
Reparatrice de l Appareil Moteur.
81 (6) : 505 - 13, 1995.
8. Goodfellow, J.,
O'Connor, J.:
Fixation of the tibial components of the Oxford
knee.
Orthop. Clin. North Am. 13 : 65 - 87, 1982.
9. Gunston, F. H.:
Polycentric Knee arthroplasty.
JBJS 53 - B : 272, 1971.
10. Helferich, A.:
Ein neues Operation verfahren zur Heilung der
knocheren Knie gelenksankylose.
Arch. f. Klin. Chir. 48 : 864, 1894.
11. Hungerford, D. S.:
The porous coated anatomic total knee.
Orthop. Clin. North Am. 13 : 103, 1982.
12. Insall, J. N.:
A comparison of four different total knee
replacements.
JBJS 56 - A : 1541, 1974.
13. Insall, J. N., Scott, W. N.,
Ranamat, C. S.:
The total condylar knee prosthesis.
A. report of 220 cases.
JBJS 61 - A : 173, 1979.
14. Matthews, L. S.,
The spherocentric knee.



Sonstegard D. A.,
Kauffer, H.:

Clin. Orthop. 94 :234, 1973.

15. Insall, J. N.,
Lachiewicz, P.,
Burstein, F.:

The posterior stabilized condylar prosthesis - a
modification of the total - condylar design. Two
- and four - year clinical experience.

JBJS 61 - A : 1317 - 1323, 1982.

16. Marcacci M., Iacono F.,
Zaffagnini S. et al.:

The preliminary results of press - fit knee
arthroplasty without a patellar component.

Chirurgia Degli Organi di Movimento.

80 (1) : 11 - 20, 1995, Jan. - Mar.

17. McIntosh, D. L.:

Arthroplasty of the knee.

JBJS 48 - B : 179, 1966.

18. McKeever, D. C.:

Tibial plateau prosthesis.

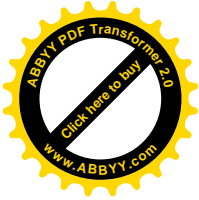
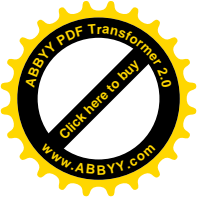
Clin. Orthop. 18 :66, 1960.

19. Krackow K. A.:

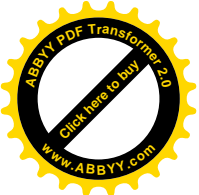
The Technique of Total Knee Arthroplasty.,

Mosby, St. Louis, Baltimore, Philadelphia,

Toronto, 439 p., 1990.

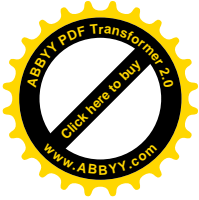
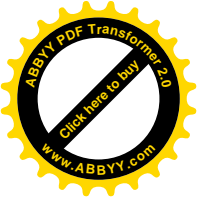


20. Pappas, M. J.,
Buechel, F. F.:
New Jersey knee simulator. Proceedings of
the eleventh international biomaterials
symposium.
Clemson S. C., 1979. p. 98 - 100.
21. Platt, G., Pepler, C.:
Mould arthroplasty of the knee.
JBJS 51 - B : 76, 1969.
22. Potter, A.,
Weinfeld, M. S.,
Thomas, W. H.:
Arthroplasty of the knee in rheumatoid arthritis
and osteoarthritis.
JBJS 54 - A : 1 - 24, 1972.
23. Rybka V.:
The present stage of a total arthroplasty of the
knee.
Acta Universitatis Carolinae Medica. 25.
343 - 365, 1979.
24. Rybka V., Vavrik P.,
Landor I. et al.:
Alloplastika kolenniho kloubu.
Arcadia, Praha, 207p., 1993.
25. Speed, J. S., Trout P. C.:
Arthroplasty of the knee. A follow - up study.
JBJS 31 - B : 53 - 60, 1949.
26. Townley, C. O.:
Articular - plate replacement arthroplasty for
the knee joint.
Clin. Orthop. 46 : 77 - 85, 1964.
27. Townley, C. O.:
The anatomic total knee resurfacing
arthroplasty.

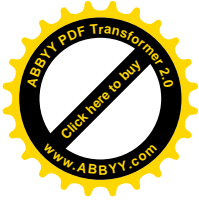
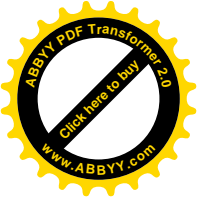


Clin. Orthop. 192 : 82 - 96, 1985.

28. Walldius, B.: Arthroplasty off the knee joint using endoprosthesis.
Acta Orthop. Scan. 23. Suppl. 24 : 19 - 30, 1957.
29. Wetzensen, A., Weller, S.: Erfahrungen wit dem unilateralen Gelenkflachenersatz am Kniegelenk.
In: Refior, H. J., Hackenbroch, M. H., Wirth, C. J.: Der alloplastische Ersatz des Kniegelenk.
Stuttgart - New-York, Georg Thieme 1987.
p. 114 - 116.

**Резюме.****Эндопротезирование коленных суставов:
развитие техники и хирургической мысли****И. М. Зазирный****Городской ортопедический центр - ортопедическое отделение
ТМО Печерского района г. Киева**

В работе показано развитие эндопротезирования, коленных суставов, начиная с 1863 года. Целью эндопротезирования является полная реконструкция функции коленного сустава, главными атрибутами являются движение, стабильность, безболезненность. Современные кондиллярные имплантанты в высокой степени соответствуют физиологическому устройству коленного сустава. Основой успеха, независимо от типа эндопротеза и способа его фиксации, остается тщательный отбор больных и совершенная хирургическая техника имплантации.



Resume.

**Total Knee Arthroplasty:
Development of Technique and Surgeons Thought**

I. M. Zazirnyj

Cities orthopaedic Centre, Kyiv

The development of the total knee arthroplasty (TKA) from 1863 have been shown. The aim of TKA is full reconstruction of the function of the knee.

The main attributes are motion, stability and painlessness. Modern condylar implantants correspond to anatomy of the knee very high.

The base of success is careful patients selection and high surgeons technique of implantation.