

<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2020-10-2-87-93>



Радикальная простатэктомия: от открытой хирургии до роботизированной лапароскопической операции

В.Ф. Виланд¹, М. Бургер¹, С. Дензингер¹, В. Отто¹, В.Н. Павлов²

¹ Университет Регенсбурга, Германия, Регенсбург

² Башкирский государственный медицинский университет, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

Контакты: Виланд Вольф Ф., e-mail: wolfwieland@me.com

Аннотация

Впервые радикальная простатэктомия была выполнена более 100 лет назад и с тех пор является «золотым стандартом» лечения местнораспространенного рака предстательной железы. Однако открытый хирургический доступ в настоящее время почти полностью заменен роботическим — в данном случае полное название операции: робот-ассистированная радикальная простатэктомия (РАРП). Данная статья знакомит с основами этого инновационного и в то же время уже стандартного операционного доступа, а также рассматривает медико-исторические аспекты и онкологические, медицинские и организационно-экономические преимущества и недостатки роботизированной помощи по сравнению с открытой радикальной простатэктомией. Операционная травма при выполнении РАРП, несомненно, меньше, чем при открытом хирургическом доступе. Это связано со значительно более быстрой активизацией пациентов в послеоперационном периоде и более коротким периодом реабилитации, что приводит к статистически значимому снижению продолжительности пребывания пациента в стационаре после РАРП. Наряду с улучшением интракорпоральной визуализации за счет 16-кратного оптического увеличения в сочетании с более коротким периодом удаления уретрального катетера выполнение РАРП способствует раннему началу упражнений по укреплению тазового дна, что уменьшает послеоперационное недержание мочи, снижает потребность в послеоперационных обезболивающих средствах. Уже упомянутые технические преимущества роботизированного метода имеют преимущества не только для пациента, но также и для хирурга — всегда есть возможность вмешаться или привлечь более опытного коллегу, не прерывая операционный процесс. Следует подчеркнуть, что растущее распространение роботических систем в западных индустриальных странах и за их пределами приводит к отказу хирургов-урологов от открытых операций. Недостатком данного метода являются значительно более высокие затраты, которые влечет за собой роботизированный метод. Однако высокие затраты на процедуру в долгосрочной перспективе могут быть компенсированы за счет сокращения пребывания в стационаре, более короткого курса реабилитации и низкого количества осложнений, требующих дополнительных вмешательств и госпитализаций.

Ключевые слова: рак предстательной железы, простатэктомия, биопсия, ультразвук, простат-специфический антиген, трансуретральная резекция простаты, роботизированные хирургические операции

Для цитирования: Виланд В.Ф., Бургер М., Дензингер С., Отто В., Павлов В.Н. Радикальная простатэктомия: от открытой хирургии до роботизированной лапароскопической операции. Креативная хирургия и онкология. 2020;10(2):87–93. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2020-10-2-87-93>

Виланд Вольф Ф. — Prof. Dr., кафедра урологии, e-mail: wolfwieland@me.com
Бургер Максимилиан — Prof. Dr., кафедра урологии
Дензингер Стефан — Prof. Dr. med., кафедра урологии
Отто Вольфганг — Prof. Dr. med., кафедра урологии, orcid.org/0000-0003-0523-5442
Павлов Валентин Николаевич — д.м.н., член-корр. РАН, профессор, ректор, кафедра урологии с курсом ИДПО, orcid.org/0000-0003-2125-4897

Radical Prostatectomy: from Open Surgery towards Robotic Laparoscopy

Wolf F. Wieland — Prof. Dr.,
Department of Urology, e-mail:
wolfwieland@me.com

Maximilian Burger — Prof.
Dr., Department of Urology

Stefan Denzinger — Prof. Dr.
med., Department of Urology

Wolfgang Otto — Prof. Dr.
med., Department of Urology,
orcid.org/0000-0003-0523-5442

Valentin N. Pavlov — Dr. Sci.
(Med.), Corresponding Member
of the Russian Academy of Sci-
ences, Prof., Rector, Department
of Urology with a Course of
Advanced Professional Educa-
tion, orcid.org/0000-0003-
2125-4897

Wolf F. Wieland¹, Maximilian Burger¹, Stefan Denzinger¹, Wolfgang Otto¹, Valentin N. Pavlov²

¹ University of Regensburg, Regensburg, Germany

² Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

Contacts: Wolf F. Wieland, e-mail: wolfwieland@me.com

Abstract

Radical prostatectomy was first performed more than 100 years ago and has since become the gold standard in treatment of localized prostate cancer. Open surgery has been almost entirely replaced by robotic operations referred to as robot-assisted radical prostatectomy (RARP). The article introduces the basics of this innovative standard of operative access and tackles medical and historical aspects, oncological, medical and economic management pros and contras of robotic aid over open radical prostatectomy. Surgical trauma in RARP is clearly less pronounced compared to open surgery due to a much earlier postoperative mobilisation and a faster rehabilitation of patients leading to a statistically significant reduction in the length of hospital stay after RARP. Along with advances in intracorporeal imaging with 16-fold optical magnification coupled with shorter urethral catheterisation, RARP facilitates an earlier start of pelvic floor exercises, which reduces postoperative incontinence and need for pain relievers. The already mentioned technical advantages of the robotic method hold value to both patient and surgeon by securing instant access for an experienced colleague without interrupting the surgery. Noteworthy, the increasing advancement of robotic systems across the globe is leading urologist surgeons to abandon open operations. A drawback of the robotic method is much higher economic costs. However, greater expenditures may pay off in the long run by shorter hospital stays, faster rehabilitation and fewer complications demanding extra management and care.

Keywords: prostatic cancer, prostatectomy, biopsy, ultrasonics, prostate-specific antigen, transurethral resection of prostate, robotic surgical procedures

For citation: Wieland W.F., Burger M., Denzinger S., Otto W., Pavlov V.N. Radical Prostatectomy: from Open Surgery towards Robotic Laparoscopy. *Creative Surgery and Oncology*. 2020;10(2):87–93. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2020-10-2-87-93>

История хирургического лечения рака предстательной железы

Почти 120 лет прошло с тех пор, как в июле 1904 года была проведена первая радикальная простатэктомия (РПЭ) хирургом Хью Хэмптоном Янгом (1870–1945). Однако РПЭ по-прежнему является стандартом лечения местнораспространенного рака предстательной железы в дополнении к лучевой терапии, которая также используется в лечении рака предстательной железы с 1910 года [1]. Тем не менее первые открытые хирургические операции на предстательной железе уже имели место в 1880-х годах: примерно в 1882 г. Генрих Лейзинк (1845–1885) в Гамбурге выполнил неполную промежностную РПЭ, оставляя семенные пузырьки, или в 1889 году Белфилд в Чикаго и Макгилл в Лидсе пытались лечить доброкачественную гиперплазию предстательной железы, прежде чем устанавливать эндouroлогические возможности для реконструкции простаты [2, 3]. Онкологически адекватное хирургическое лечение рака предстательной железы было установлено лишь спустя несколько лет, когда Янг в четырех случаях смог в полном объеме выполнить первую операцию промежностным доступом [4]. Впервые позадилоный доступ при простатэтомии выполнен в 1945 г. Теренсом Дж. Миллином (1903–1980) [5]. Термин «радикальная простатэктомия» впервые прозвучал в 1946 году в докладе Ормонда, в котором был впервые описан доступ к промежности [6]. Только в 1954 году Р. Шют и Г. Макдональд независимо друг от друга сообщили о радикальной позадилоной простатэтомии [7, 8].

Ключевые аспекты диагностики рака предстательной железы

В настоящее время необходимым является гистологический анализ перед радикальной цистпростатэтомией. Однако первые попытки аспирационной биопсии были сделаны перинеально Расселом Фергюсоном в 1933 году [9]. В клиническую практику модифицированная биопсия предстательной железы тонкой иглой из трансректальной области внедрена гораздо позже, примерно в конце 1960-х годов. Метод был разработан в 1956 году цитологом Франценом в Стокгольме в Каролинском институте [10]. Эти исследования проводились вплоть до 1980-х годов, при этом в качестве навигации использовалась двукратная пальпация. Первая публикация о биопсии простаты под ультразвуковой навигацией, описывающая промежностный доступ под контролем ультразвукового исследования, была опубликована в 1983 году [11]. Ли и соавт. в 1985 году подтвердили, что трансректальное ультразвуковое исследование является подходящим способом выявления подозрительных областей [12]. В 1989 году рядом авторов было проведено первичное исследование с использованием рандомизированной трансректальной секстантной биопсии, которая смогла утвердиться в качестве диагностического инструмента выбора в последующие годы [13–15]. Далее следовала оптимизация чувствительности биопсии простаты из 12 точек: в 1995 году рабочая группа из США опубликовала первые данные по эластографии, которые посвящены различным значениям плотности доброка-

чественной и злокачественной ткани предстательной железы [16]. Тем не менее данный диагностический инструмент так и не попал в рутинную практику. Согласно первым исследованиям 2010 года, МРТ-Fusion биопсия простаты является сегодня средством выбора, по крайней мере для пациентов, у которых подозревается наличие опухоли, несмотря на отрицательные результаты первичной биопсии [17, 18].

Диагностические инструменты

Постепенное введение дооперационной верификации диагноза биопсией предстательной железы привело к вовлечению ряда других медицинских специальностей. Сначала аспирационные биоптаты исследовались цитологически, и первым, кто описал эту процедуру, был патолог Францен [10]. Тонкие проколы иглой с использованием метода TRU-cut вскоре позволили сохранить связанные образцы ткани [19]. Эти две формы биопсии сосуществовали порядка 20 лет. Метод классификации по Глиссону, который утвердился в качестве прогностически значимой системы в течение 1980-х годов, впервые был описан в короткой монографии в 1966 году и опубликован в его нынешнем виде в качестве системы оценок в 1974 году после того, как первый дескриптор оценил около 4000 случаев [20, 21, 11]. Тем не менее другие прогностические критерии для рака предстательной железы были описаны относительно рано, например еще в 1967 году Пеннингтоном и др., которые определили важность перинеуральной и лимфоваскулярной инвазии при исследовании образцов ткани простаты [23].

Диагностика и прогнозирование рака предстательной железы простат-специфическим антигеном (ПСА)

Тот факт, что заболеваемость местнораспространенным или уже метастатическим раком предстательной железы в настоящее время значительно снизилась, вероятно, объясняется открытием, внедрением и клиническим применением тестов на простат-специфический антиген (ПСА) в период между 1970 и 1980 годами [24–26]. Независимо от того, был ли это цитологический или гистопатологический диагноз, вплоть до 1980-х годов только клинические признаки рака предстательной железы были показанием для биопсии простаты либо путем выявления метастазов в кости, либо по симптомам локальнораспространенной первичной опухоли. В исследовании Дезиредди и соавт. у более чем 3400 пациентов, которым выполнена простатэктомия в Чикаго (США), результаты лечения показали явное улучшение показателей общей и безрецидивной выживаемости для группы пациентов, получавших лечение в эпоху ПСА, по сравнению с ранее диагностированными пациентами [27].

Первые упоминания о функциональных исходах радикальной простатэтомии

Функциональные исходы РПЭ были впервые описаны в 1968 году Хутчем и соавт. в публикации, которая касалась послеоперационного недержания мочи [28]. Проблема эректильной дисфункции в результате РПЭ была

впервые рассмотрена в международной публикации Финкле и соавт. [29] лишь в 1981 году. На относительно небольшой выборке сохранение потенции описано только у 43% оперированных пациентов. Год спустя, 26 апреля 1982 года, Патрик Уолш выполнил первую нервосберегающую радикальную простатэктомию, процедуру, которая привела к удовлетворительной эректильной функции у 86% пациентов через год после операции [30]. Несмотря на тот факт, что хирургическое лечение местнораспространенного рака простаты связано с менее благоприятным функциональным и онкологическим исходом, МакКаллоу и др. впервые сообщил о радикальной простатэктомии на поздней стадии в 1972 году [31].

Лапароскопическая лимфоаденодиссекция в условиях роботизированной простатэктомии

Лапароскопическая радикальная простатэктомию вошла в мировую медицинскую литературу в 1997 году с работой Шусслера и соавт., в которой был описан опыт лечения первых девяти пациентов в Соединенных Штатах [32]. Лапароскопическая лимфодиссекция впервые была проведена одновременно в нескольких медицинских центрах в 1990 году в Лос-Анджелесе, Чарльстоне (США), Сарагосе (Испания) и Гейдельберге (Германия). Параллельно с развитием лапароскопической лимфоаденоэктомии при РПЭ, выполненной Болленсом, Рассвайлером и Штольценбургом, была проведена первая робот-ассистированная лапароскопическая простатэктомию (РАРП) в Центральной Европе и США Мани Меноном [33–36]. В 1999 году была запущена хирургическая система da Vinci (Intuitive Surgery Inc., Саннивейл, Калифорния). Уже в 2000 году Менон в Соединенных Штатах и Биндер и соавт. во Франкфурте (Германия) смогли впервые адаптировать, применить и опубликовать результаты РАРП при лечении рака простаты [37, 38]. Аналогично развитию открытой РПЭ в скором времени усовершенствовалась техника выполнения и при РАРП [38]. В 2004 году Сю и соавт. представили первую группу пациентов, которым была сделана нервосберегающая РАРП [39].

Сравнение медико-онкологических аспектов открытой и роботизированной радикальной простатэктомии

В 2008 году, еще до того как в первых публикациях сравнивались онкологические и функциональные последствия методов открытой и роботизированной хирургии, научная рабочая группа занималась номенклатурой различных эндоскопических методов лечения в урологической области. Не менее 13 различных названий были найдены в еще очень ранней литературе, и было дано предписание о его стандартизации. В результате робот-ассистированная радикальная простатэктомию (РАРП) превалировала [40]. К этому моменту в некоторых центрах РАРП стала применяться чаще по сравнению с открытой РПЭ. Доля РАРП во всех простатэктомиях в США выросла с <1 до 35% в период с 2000 по 2006 г.,

но уже достигла доли 96% в специализированных центрах за тот же период [41]. Первое исследование, сравнивающее открытую РПЭ с РАРП, было опубликовано Рокко и соавт. (Италия) в 2009 году. Здесь 120 пациентов, перенесших РАРП в 2006 и 2007 годах, были сопоставлены с группой того же размера, которая ранее проходила лечение с помощью открытой радикальной позадилоной простатэктомии [42]. При сравнении положительных краев резекции были получены сопоставимые результаты в отношении раннего онкологического исхода (22% после РАРП против 25% после позадилоной РПЭ) [42].

В самом первом сравнительном исследовании Алеринга из Калифорнийского университета (США) РАРП имела преимущество при исключительно локально ограниченных опухолях pT2 [43]. В раннем многоцентровом исследовании Магели и соавт. (2011) сравнение безрецидивной выживаемости с биохимическими показателями: 94 и 93% не показало статистически значимых различий [44]. С тех пор во многих исследованиях сообщалось об очень разных результатах: в метаанализе Танга и соавт. (2016) безрецидивная выживаемость после РАРП через 24 месяца после операции была статистически значимо лучше, чем у открытой операции [45]. Однако с учетом факторов риска, таких как стадия pT, значение ПСА сыворотки крови в предоперационном периоде и балл по шкале Глисона, статистически значимых различий в онкологических результатах пока не выявлено [46].

Сравнение интраоперационных параметров открытой и роботизированной радикальной простатэктомии

В чем же преимущество роботизированной радикальной простатэктомии? Операционный травматизм при РАРП, несомненно, меньше, чем у открытого вмешательства. Это связано со значительно более быстрой активизацией пациентов в послеоперационном периоде и более коротким временем выздоровления, что приводит к статистически значимому снижению срока пребывания в стационаре после РАРП [47, 48]. Наряду с улучшением интракорпоральной визуализации за счет 16-кратного оптического увеличения в сочетании с более коротким периодом перед удалением уретрального катетера выполнение РАРП способствует раннему началу упражнений по укреплению тазового дна, что уменьшает послеоперационное недержание мочи, уменьшает потребность в послеоперационных обезболивающих средствах. В большом исследовании с участием более 12 000 пациентов Школяр и соавт. обнаружили, что длительное применение обезболивающих в группе РАРП было на 35% ниже, чем у пациентов после открытой операции [49].

Не только значительно лучшая видимость за счет оптики, не имеющая себе равных среди хирургических микроскопов, теоретически способствует базовой защите основных анатомических структур, но также огромная подвижность операционных рычагов, которые с 360° свободой движения также не имеют аналогов

у других методов. Эти факторы объясняют гораздо меньшую кровопотерю [45, 50]. Конечно, данный факт, который был подтвержден во многих работах, достигается не только качеством технологии и опытом хирурга, но и является основной предпосылкой для лапароскопического доступа: перед установкой оборудования воздух должен вводиться в полость тела через троакар, вставленный в забрюшинное пространство, что обычно делает рабочее место оптимально доступным по отношению к петлям кишечника, направленным вверх.

Функциональные результаты радикальной простатэктомии после операции

Оказывает ли это также положительное влияние на функциональные последствия процедуры, такие как послеоперационное недержание мочи? Было установлено, что через три месяца после РАРП по сравнению с открытой операцией пациенты страдали от симптомов нижних мочевыводящих путей значительно реже.

Тем не менее в метаанализе Дю и соавт. было обнаружено статистически значимое преимущество РАРП в отношении послеоперационного удержания мочи [51]. Снова и снова показано улучшение функциональных отдаленных результатов. В принципе, можно сказать, что данные о функциональных послеоперационных результатах очень разнообразны. Это связано с совершенно разными определениями потенции, например, которые иногда оцениваются в соответствии с вопросом Международного индекса эректильной функции (IIEF5), иногда в соответствии с очень субъективной самооценкой пациента полового акта [52, 53]. Исследование Фикарра и соавт. в группе пациентов, получавших исключительно двустороннее нервно-чувствительное лечение, выявило впечатляющие результаты: 81 % пациентов после РАРП были эффективными по сравнению с 49 % в группе, перенесшей открытую операцию [54]. Как и в других исследованиях, эти статистически значимые различия стали очевидными только через год, а сравнения через три и шесть месяцев, как правило, еще не показывают каких-либо значимых преимуществ РАРП.

Практические и финансовые аспекты роботизированной простатэктомии

Уже упомянутые технические достоинства роботизированного метода не только имеют преимущества для пациента, но также улучшают положение хирурга, который может сидеть за стойкой управления на расстоянии от пациента и управлять оттуда операционными руками. Специальная хирургическая процедура также позволяет хирургу шаг за шагом знакомиться с отдельными этапами вмешательства и всегда иметь возможность вмешаться и привлечь коллегу, который более опытен в операции, не прерывая интраоперационную процедуру. Исследование кривых обучения РАРП, выполненное Лавгурв и соавт., показало, что фаза плато может быть достигнута только после 15–20 случаев [55].

Тем не менее следует подчеркнуть, что растущее распространение роботизированных систем в западных

индустриальных странах и за их пределами приводит к отказу хирургов-урологов от открытых операций. Этим можно похвалиться в редких случаях (между 0,1 и 1 % случаев) за необходимость конвертации РАРП в открытую операцию, если не хватает опыта работы [56, 57]. То же можно сказать о выполнении робот-ассистированных операций на других органах и системах. Еще один недостаток этого метода заключается в значительно более высоких затратах, которые влечет за собой роботизированный метод: Мукерджи и Камаль определили дополнительные расходы примерно в 2960 долларов по сравнению с открытой операцией [58]. В центрах с большим количеством операций возможна экономия от 8 до 30 % [59, 60]. Тем не менее следует отметить, что повышенные затраты на процедуру в долгосрочной перспективе могут быть компенсированы по сравнению с процедурой открытой хирургии, поскольку затраты на последующее наблюдение обусловлены более низкими показателями реадмиссии после операции и уменьшением корректирующих операций. Например, при выраженном стрессовом недержании мочи выявляется более низкий показатель [61]. Ранняя выписка пациентов в день операции может привести к дальнейшему снижению затрат, что уже было возможно у более 50 % пациентов, затронутых в текущем одноцентровом исследовании [62].

Список литературы / References

- 1 Bagshaw M.A., Kaplan I.D., Cox R.C. Prostate cancer. Radiation therapy for localized disease. *Cancer*. 1993;71(3 Suppl):939–52. DOI: 10.1002/1097-0142(19930201)71:3+<939::aid-cncr2820711409>3.0.co;2-0
- 2 Leisrink H., Ahlsberg A. Tumor prostaticae: totale extirpation der prostata. *Arch Klin Chir*. 1882;28:578–80.
- 3 Raymond G., Chevallier D., Amiel J. 1987: the 100th anniversary of transvesical prostatic adenectomy. *J Urol (Paris)*. 1988;94(7):353–6. PMID: 2464651
- 4 Young H.H. VIII. Conservative perineal prostatectomy: the results of two years' experience and report of seventy-five cases. *Ann Surg*. 1905;41(4):549–57. PMID: 17861624
- 5 Walsh P.C., Donker P.J. Impotence following radical prostatectomy: insight into etiology and prevention. *J Urol*. 1982;128(3):492–7. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)53012-8
- 6 Ormond J.K. Radical perineal prostatectomy for carcinoma of prostate. *Surgery*. 1946;20(2):257–62. DOI: 10.5555/uri:pii:0039606046901432
- 7 Chute R. Radical retropubic prostatectomy for cancer. *J Urol*. 1954;71(3):347–72. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)67796-6
- 8 McDonald H.P., Upchurch W.E., Sturdevant C.E. Perineal biopsy combined with radical retropubic prostatectomy for early carcinoma of the prostate. *J Urol*. 1955;73(3):575–9. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)67440-8
- 9 Ferguson R.S. Recent advances in the diagnosis of carcinoma of the prostate. *Can Med Assoc J*. 1933;29(5):497–501. PMID: 20319293
- 10 Franzen S., Giertz G., Zajicek J. Cytological diagnosis of prostatic tumours by transrectal aspiration biopsy: a preliminary report. *Br J Urol*. 1960;32:193–6. DOI: 10.1111/j.1464-410x.1960.tb03763.x
- 11 Rifkin M.D., Kurtz A.B., Goldberg B.B. Prostate biopsy utilizing transrectal ultrasound guidance: diagnosis of nonpalpable cancers. *J Ultrasound Med*. 1983;2(4):165–7. DOI: 10.7863/jum.1983.2.4.165
- 12 Lee F., Gray J.M., McLeary R.D., Meadows T.R., Kumasaka G.H., Borlaza G.S., et al. Transrectal ultrasound in the diagnosis of prostate cancer: location, echogenicity, histopathology, and staging. *Prostate*. 1985;7(2):117–29. DOI: 10.1002/pros.2990070202
- 13 Hodge K.K., McNeal J.E., Terris M.K., Stamey T.A. Random systematic versus directed ultrasound guided transrectal core biopsies of the prostate. *J Urol*. 1989;142(1):71–4; discussion 74–5. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)38664-0

- 14 Naughton C.K., Miller D.C., Mager D.E., Ornstein D.K., Catalona W.J. A prospective randomized trial comparing 6 versus 12 prostate biopsy cores: impact on cancer detection. *J Urol.* 2000;164(2):388–92. PMID: 10893592
- 15 Fink K.G., Hutarew G., Pytel A., Esterbauer B., Jungwirth A., Dietze O., et al. One 10-core prostate biopsy is superior to two sets of sextant prostate biopsies. *BJU Int.* 2003;92(4):385–8. DOI: 10.1046/j.1464-410X.2003.04350.x
- 16 Rubens D.J., Hadley M.A., Alam S.K., Gao L., Mayer R.D., Parker K.J. Sonoelasticity imaging of prostate cancer: in vitro results. *Radiology.* 1995;195(2):379–83. DOI: 10.1148/radiology.195.2.7724755
- 17 Turkbey B., Xu S., Kruecker J., Locklin J., Pang Y., Shah V., et al. Documenting the location of systematic transrectal ultrasound-guided prostate biopsies: correlation with multi-parametric MRI. *Cancer Imaging.* 2011;11(1):31–6. DOI: 10.1102/1470-7330.2011.0007
- 18 Heidenreich A., Bastian P.J., Bellmunt J., Bolla M., Joniau S., van der Kwast T., et al. European Association of Urology. EAU guidelines on prostate cancer. part 1: screening, diagnosis, and local treatment with curative intent-update 2013. *Eur Urol.* 2014;65(1):124–37. DOI: 10.1016/j.eururo.2013.09.046
- 19 Chiari R., Harzmann R. Perineal and transrectal needle biopsy of the prostate. *Urologe A.* 1975;14(6):296–8. PMID: 813345
- 20 Phillips J.L., Sinha A.A. Patterns, art, and context: Donald Floyd Gleason and the development of the Gleason grading system. *Urology.* 2009;74(3):497–503. DOI: 10.1016/j.urology.2009.01.012
- 21 Gleason D.F. Classification of prostatic carcinomas. *Cancer Chemother Rep.* 1966;50(3):125–8. PMID: 5948714
- 22 Gleason D.F., Mellinger G.T. Prediction of prognosis for prostatic adenocarcinoma by combined histological grading and clinical staging. *J Urol.* 1974;111(1):58–64. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)59889-4
- 23 Pennington J.W., Prentiss R.J., Howe G. Radical prostatectomy for cancer: significance of perineural lymphatic invasion. *J Urol.* 1967;97(6):1075–7. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)63180-x
- 24 Ablin R.J., Bronson P., Soanes W.A., Witebsky E. Tissue- and species-specific antigens of normal human prostatic tissue. *J Immunol.* 1970;104(6):1329–39. PMID: 4986767
- 25 Wang M.C., Valenzuela L.A., Murphy G.P., Chu T.M. Purification of a human prostate specific antigen. *Invest Urol.* 1979;17(2):159–63. DOI: 10.1016/j.juro.2016.10.100
- 26 Papsidero L.D., Wang M.C., Valenzuela L.A., Murphy G.P., Chu T.M. A prostate antigen in sera of prostatic cancer patients. *Cancer Res.* 1980;40(7):2428–32. PMID: 7388802
- 27 Desireddi N.V., Roehl K.A., Loeb S., Yu X., Griffin C.R., Kundu S.K., et al. Improved stage and grade-specific progression-free survival rates after radical prostatectomy in the PSA era. *Urology.* 2007;70(5):950–5. DOI: 10.1016/j.urology.2007.06.1119
- 28 Hutch J.A., Fisher R. Continence after radical prostatectomy. *Br J Urol.* 1968;40(1):62–7. DOI: 10.1111/j.1464-410x.1968.tb11813.x
- 29 Finkle A.L., Taylor S.P. Sexual potency after radical prostatectomy. *J Urol.* 1981;125(3):350–2. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)55034-x
- 30 Walsh P.C., Mostwin J.L. Radical prostatectomy and cystoprostatectomy with preservation of potency. Results using a new nerve-sparing technique. *Br J Urol.* 1984;56(6):694–7.
- 31 McCullough D.L., Leadbetter W.F. Radical pelvic surgery for locally extensive carcinoma of the prostate. *J Urol.* 1972;108(6):939–43. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)60912-1
- 32 Schuessler W., Schulam P., Clayman R. Laparoscopic radical prostatectomy: initial short-term experience. *Urology.* 1997;50(6):854–57. DOI: 10.1016/S0090-4295(97)00543-8
- 33 Bollens R., Vanden Bossche M., Roumequere T., Damoun A., Ekane S., Hoffmann P., et al. Extraperitoneal laparoscopic radical prostatectomy. Results after 50 cases. *Eur Urol.* 2001;40(1):65–9. DOI: 10.1159/000049750
- 34 Rassweiler J., Frede T., Seemann O., Stock C., Sentker L. Telesurgical laparoscopic radical prostatectomy. Initial experience. *Eur Urol.* 2001;40(1):75–83. DOI: 10.1159/000049752
- 35 Stolzenburg J.U., Do M., Pfeiffer H., König F., Aedtner B., Dorschner W. The endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy (EERPE): technique and initial experience. *World J Urol.* 2002;20(1):48–55. DOI: 10.1007/s00345-002-0265-4
- 36 Jeong W., Kumar R., Menon M. Past, present and future of urological robotic surgery. *Investig Clin Urol.* 2016;57(2):75–83. DOI: 10.4111/icu.2016.57.2.75
- 37 Binder J., Kramer W. Robotically-assisted laparoscopic prostatectomy. *BJU Int.* 2001;87(4):408–10. DOI: 10.1046/j.1464-410x.2001.00115.x
- 38 Turpen R., Atalah H., Su L.M. Technical advances in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Ther Adv Urol.* 2009;1(5):251–8. DOI: 10.1177/1756287210364207
- 39 Su L.M., Link R.E., Bhayani S.B., Sullivan W., Pavlovich C.P. Nerve-sparing laparoscopic radical prostatectomy: replicating the open surgical technique. *Urology.* 2004;64(1):123–7. DOI: 10.1016/j.urology.2004.02.010
- 40 Castle E.P., Lee D., Working Group of Urologic Robotic Surgeons Scientific Committee. Nomenclature of robotic procedures in urology. *J Endourol.* 2008;22(7):1467–70. DOI: 10.1089/end.2008.0197
- 41 Munver R., Volfson I.A., Kesler S.S., Nazmy M., Sawczuk I.S. Transition from open to robotic-assisted radical prostatectomy: 7 years experience at Hackensack University Medical Center. *J Robot Surg.* 2007;1(2):155–9. DOI: 10.1007/s11701-007-0023-0
- 42 Rocco B., Matei D.V., Melegari S., Ospina J.C., Mazzoleni F., Errico G., et al. Robotic vs open prostatectomy in a laparoscopically naive centre: a matched-pair analysis. *BJU Int.* 2009;104(7):991–5. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2009.08532.x
- 43 Ahlering T.E. Robotic versus laparoscopic radical prostatectomy. *Nat Clin Pract Urol.* 2004;1(2):58–9. DOI: 10.1038/ncpuro0040
- 44 Magheli A., Gonzalgo M.L., Su L.M., Guzzo T.J., Netto G., Humphreys E.B., et al. Impact of surgical technique (open vs laparoscopic vs robotic-assisted) on pathological and biochemical outcomes following radical prostatectomy: an analysis using propensity score matching. *BJU Int.* 2011 Jun;107(12):1956–62. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09795.x
- 45 Tang K., Jiang K., Chen H., Chen Z., Xu H., Ye Z. Robotic vs. Retro-pubic radical prostatectomy in prostate cancer: A systematic review and a meta-analysis update. *Oncotarget.* 2017;8(19):32237–57. DOI: 10.18632/oncotarget.13332
- 46 Van den Broeck T., van den Bergh R.C.N., Briers E., Cornford P., Cumberbatch M., Tilki D., et al. Biochemical recurrence in prostate cancer: the European association of urology prostate cancer guidelines panel recommendations. *Eur Urol Focus.* 2020;6(2):231–4. DOI: 10.1016/j.euf.2019.06.004
- 47 Cao L., Yang Z., Qi L., Chen M. Robot-assisted and laparoscopic vs open radical prostatectomy in clinically localized prostate cancer: perioperative, functional, and oncological outcomes: A Systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(22):e15770. DOI: 10.1097/MD.00000000000015770
- 48 Forsmark A., Gehrmann J., Angenete E., Bjartell A., Björholt I., Carlsson S., et al. Health economic analysis of open and robot-assisted laparoscopic surgery for prostate cancer within the prospective multicentre LAPPRO Trial. *Eur Urol.* 2018;74(6):816–24. DOI: 10.1016/j.eururo.2018.07.038
- 49 Shkolyar E., Shih I.F., Li Y., Wong J.A., Liao J.C. Robot-assisted radical prostatectomy associated with decreased persistent postoperative opioid use. *J Endourol.* 2020;34(4):475–81. DOI: 10.1089/end.2019.0788
- 50 Yaxley J.W., Coughlin G.D., Chambers S.K., Occhipinti S., Samaratinga H., Zajdlewicz L., et al. Robot-assisted laparoscopic prostatectomy versus open radical retropubic prostatectomy: early outcomes from a randomised controlled phase 3 study. *Lancet.* 2016;388(10049):1057–66. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30592-X
- 51 Du Y., Long Q., Guan B., Mu L., Tian J., Jiang Y., et al. Robot-assisted radical prostatectomy is more beneficial for prostate cancer patients: a system review and meta-analysis. *Med Sci Monit.* 2018;24:272–87. DOI: 10.12659/msm.907092
- 52 Coughlin G.D., Yaxley J.W., Chambers S.K., Occhipinti S., Samaratinga H., Zajdlewicz L., et al. Robot-assisted laparoscopic prostatectomy versus open radical retropubic prostatectomy: 24-month outcomes from a randomised controlled study. *Lancet Oncol.* 2018;19(8):1051–60. DOI: 10.1016/S1470-2045(18)30357-7
- 53 Di Piero G.B., Baumeister P., Stucki P., Beatrice J., Danuser H., Mattei A. A prospective trial comparing consecutive series of open retropubic and robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy in a center with a limited caseload. *Eur Urol.* 2011;59(1):1–6. DOI: 10.1016/j.eururo.2010.10.026
- 54 Ficarra V., Novara G., Fracalanza S., D'Elia C., Secco S., Iafrate M., et al. A prospective, non-randomized trial comparing robot-assisted laparoscopic and retropubic radical prostatectomy in one European institution. *BJU Int.* 2009;104(4):534–9. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2009.08419.x
- 55 Lovegrove C., Novara G., Motttrie A., Guru K.A., Brown M., Chalcacombe B., et al. Structured and modular training pathway for robot-assisted radical prostatectomy (RARP): validation of the RARP assessment score and learning curve assessment. *Eur Urol.* 2016;69(3):526–35. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.10.048

- 56 Kaushik D., High R., Clark C.J., LaGrange C.A. Malfunction of the Da Vinci robotic system during robot-assisted laparoscopic prostatectomy: an international survey. *J Endourol.* 2010;24(4):571–5. DOI: 10.1089/end.2009.0489
- 57 Luciani L.G., Mattevi D., Mantovani W., Cai T., Chiodini S., Vattovani V., et al. Retropubic, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy: a comparative analysis of the surgical outcomes in a single regional center. *Curr Urol.* 2017;11(1):36–41. DOI: 10.1159/000447192
- 58 Mukherjee K., Kamal K.M. Variation in prostate surgery costs and outcomes in the USA: robot-assisted versus open radical prostatectomy. *J Comp Eff Res.* 2019;8(3):143–55. DOI: 10.2217/ce-2018-0109
- 59 Yu H.Y., Hevelone N.D., Patel S., Lipsitz S.R., Hu J.C. Hospital surgical volume, utilization, costs and outcomes of retroperitoneal lymph node dissection for testis cancer. *Adv Urol.* 2012;2012:189823. DOI: 10.1155/2012/189823
- 60 Faiena I., Dombrovskiy V.Y., Modi P.K., Patel N., Patel R., Salmasi A.H., et al. Regional cost variations of robot-assisted radical prostatectomy compared with open radical prostatectomy. *Clin Genitourin Cancer.* 2015;13(5):447–52. DOI: 10.1016/j.clgc.2015.05.004
- 61 Schroeck F.R., Jacobs B.L., Bhayani S.B., Nguyen P.L., Penson D., Hu J. Cost of new technologies in prostate cancer treatment: systematic review of costs and cost effectiveness of robotic-assisted laparoscopic prostatectomy, intensity-modulated radiotherapy, and proton beam therapy. *Eur Urol.* 2017;72(5):712–35. DOI: 10.1016/j.eururo.2017.03.028
- 62 Dobbs R.W., Nguyen T.T., Shahait M., Lee D.J., Kim J.L., El-Fahmawi A., et al. Outpatient robot-assisted radical prostatectomy: are patients ready for same-day discharge? *J Endourol.* 2020;34(4):450–5. DOI: 10.1089/end.2019.0796