

Tema 2 Prática Desportiva e Artroplastias da Anca, Joelho e Ombro

Dr. Diogo Moura¹, Dr. António Figueiredo², Dr. Augusto Reis e Reis³, Prof. Dr. Fernando Fonseca⁴

¹ Médico interno complementar de Ortopedia; ² Assistente Hospitalar Graduado – Setor da Anca; ³ Assistente Hospitalar Graduado – Setor do Ombro; ⁴ Diretor de Serviço – Setor do Joelho. Serviço de Ortopedia do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra.

RESUMO / ABSTRACT

O sucesso da cirurgia artroplástica tem sido responsável pelo aumento das expectativas dos pacientes, sendo que atualmente muitos pretendem não apenas o alívio sintomático da dor artrósica, mas também a recuperação funcional e mesmo praticar algum grau de atividade física e desportiva. No entanto, a prática de exercício físico, ao provocar um aumento das forças exercidas através da prótese articular, pode ser um importante fator de risco para a sua falência precoce. A literatura científica sobre desporto após artroplastias está limitada a pequenos estudos retrospectivos com pouco tempo de seguimento, na maioria insuficiente para a avaliação da duração da prótese articular. Este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre prática desportiva no contexto de artroplastias da anca, joelho e ombro e propõe recomendações gerais com base na evidência científica atual.

The success of joint replacement surgery has been responsible for increasing patient's expectations regarding the procedure. Nowadays, many not just pretend the symptomatic relief of the arthritis pain, but also functional recovery and even participate in athletic activity and sports. However, physical exercise causes high forces through the articular prosthesis, which can become an important risk factor for its early failure. Scientific literature on athletic activity after total joint arthroplasty is limited to small retrospective studies with short-term follow-up, mostly insufficient to evaluate the implant durability. This paper presents a literature review on the physical activity after hip, knee and shoulder arthroplasties and suggests general recommendations based on the current scientific evidence.

PALAVRAS-CHAVE / KEYWORDS

Desporto, exercício físico, atividade, artroplastia, anca, joelho, ombro
Sport, physical exercise, activity, arthroplasty, prosthesis, hip, knee, shoulder

Artroplastias e exercício físico

Os benefícios do exercício físico para a saúde estão claramente demonstrados, conferindo vantagens físicas e mentais em todas as faixas etárias^{1,5}. Face ao sucesso da cirurgia artroplástica, as expectativas dos pacientes aumentaram, sendo que atualmente muitos pretendem não apenas o alívio sintomático da dor artrósica, mas também a recuperação funcional, procurando ultrapassar as limitações provocadas pela artrose e mesmo praticar algum grau de atividade física e desportiva^{1,4}. Alguns pacientes têm mesmo como objetivo o regresso a determinado desporto que haviam ficado impedidos de praticar devido à patologia osteoarticular degenerativa⁶.

A literatura científica sobre desporto após artroplastias está limitada a pequenos estudos retrospectivos com pouco tempo de seguimento, na maioria insuficiente para a avaliação da duração da prótese articular¹. As atuais próteses totais da anca e do joelho (Figura 1 – A,B) têm uma taxa de duração média superior a 90% aos 10-20 anos após a sua aplicação, como tal admite-se que o tempo mínimo de seguimento para avaliar a duração de uma artroplastia são 10 anos, altura em que começam a surgir as complicações⁷⁻¹⁰.

A prática de exercício físico, ao provocar aumento das forças exercidas através da prótese articular, pode tornar-se um importante fator de risco para a sua falência precoce. Foi demonstrado que um nível elevado de atividade física aumenta o risco de estresse e desgaste entre

Introdução

A substituição articular por uma prótese é uma das cirurgias com mais sucesso na prática médica, tendo a artroplastia total da anca sido considerada por Learmonth ID et al. como a cirurgia do século^{1,2}. Estão claramente demonstrados os benefícios da substituição de uma articulação em estadio avançado de degeneração, em particular da anca, joelho e ombro, sobretudo ao nível do alívio algíco, melhoria da função, correção de deformidades e melhoria da qualidade de vida^{1,3,4}. Estes fatores associados ao envelhecimento da população, à maior exigência funcional e à menor tolerância da população à sintomatologia artrósica, exigindo a substituição articular em idades mais precoces e em fases menos avançadas das

alterações degenerativas articulares, têm sido responsáveis pela incidência crescente substancial das cirurgias artroplásticas a nível mundial^{1,4}.

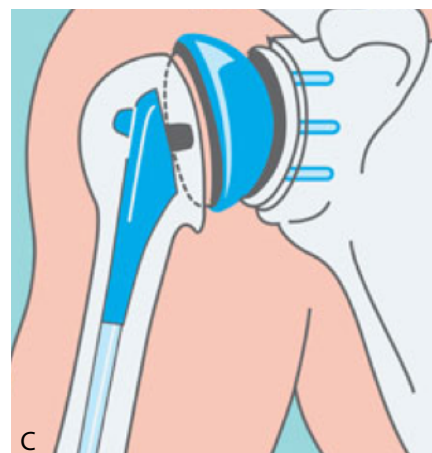
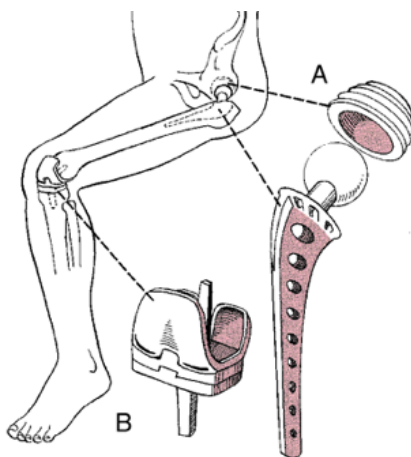


Figura 1 – A – Artroplastia total da anca; B – Artroplastia total do joelho; C – Artroplastia total gleno-umeral anatômica.

os componentes da prótese e na interface prótese-osso e, consequentemente, de descolamento precoce e de instabilidade da prótese articular. O exercício físico e a diminuição da propriocepção e da dor, protetores da articulação artificial, são também responsáveis por um risco aumentado de lesões traumáticas da neo-articulação^{1,4-12}. Segundo o registo sueco, em 92675 artroplastias da anca e 30003 artroplastias do joelho analisadas, as taxas de revisão cirúrgica aos 10 anos foram significativamente mais elevadas nos pacientes com idade inferior a 55 e a 65 anos (respetivamente 20% e 18%), em comparação com os pacientes de idade mais avançada (respetivamente 5% e 6%), o que poderá ser atribuído a um nível de atividade mais elevado dos pacientes mais novos^{13,14}. Por sua vez, Gschwend et al.¹⁵ compararam 2 grupos de 50 pacientes submetidos a artroplastia da anca, um que praticava regularmente esqui e o outro mais sedentário, apenas com prática esporádica de atividade física. Após 7 anos, o grupo mais ativo apresentava desgaste do polietileno de 2.42mm (0.4mm/ano), enquanto o desgaste no outro grupo era de apenas 1.16mm (0.16mm/ano). Apesar disto, aos 5 anos de seguimento, no grupo ativo não havia sinais de descolamento, enquanto no grupo inativo se verificou descolamento de cinco próteses da anca. Aos 10 anos, apesar do desgaste de polietileno ser superior do grupo ativo, a incidência de descolamento permaneceu mais elevada no grupo inativo. Outro

estudo verificou também que a prática desportiva está associada a taxas inferiores de revisão por descolamento precoce em comparação com a inatividade física (1,6% vs 14,3%), o que se poderá explicar pelo exercício ter um efeito protetor da prótese ao estimular a osteogénese, reforçando a qualidade óssea e a osteointegração ao nível da interface osso-prótese^{5,16-18}. Existe assim alguma evidência que a **inatividade física aumenta o risco de descolamento precoce** (inferior a 10 anos) por osteopénia e osteointegração insuficiente da prótese, enquanto a **atividade física intensa aumenta o risco de desgaste dos componentes (mais frequentemente do polietileno) e consequentemente o descolamento tardio** (superior a 10 anos), causado por osteólise reativa às partículas libertadas^{5,8}.

Apesar disto, atualmente não existe evidência científica acerca do tipo e o nível de intensidade de atividade física que devem ser recomendados ou evitados após uma artroplastia, de modo a não afetar a duração da neo-articulação^{1,10,14,19}. O objetivo passa por encontrar um equilíbrio que garanta os benefícios da atividade física e ao mesmo tempo não prejudique de forma significativa a duração da artroplastia.

Artroplastia da anca e exercício físico

O tipo e a mecânica do material das superfícies articulares de uma prótese, bem como a técnica de fixação da mesma, são fatores críticos

para a sua duração¹⁰. A fixação não cimentada da artroplastia total da anca é considerada *gold-standard* para pacientes novos, ativos e praticantes de desporto, na medida em que permite uma osteointegração dinâmica da prótese, que se adapta à solicitação funcional, demonstrando níveis inferiores de descolamento em comparação com as próteses cimentadas^{10,20,21}. Em termos de superfícies articulares, atualmente mantém-se a controvérsia em relação ao par articular tribológico ideal para pacientes ativos. Apesar de vários estudos e a extensa experiência referirem bons resultados com metal-polietileno, a cerâmica (em particular o par cerâmica-polietileno) tem tido uso crescente, sobretudo devido à sua menor suscetibilidade ao desgaste e consequentes menor libertação de partículas e osteólise, associados a menor índice de complicações em comparação com outros materiais²²⁻²⁵. A evolução e maior resistência dos polietilenos de última geração têm permitido maior confiança ao ortopedista na aplicação de uma prótese total da anca em pacientes ativos²⁶⁻²⁸.

Os índices de regresso à prática desportiva após uma artroplastia total da anca variam entre 29% e 56% e são menores para os desportos de elevado impacto^{16,20,29}. Os principais motivos de não regresso à prática desportiva são a dor, amplitudes articulares insuficientes, recomendação médica e receio em danificar a neo-articulação³⁰. Os trabalhos de Ritter e Meding²⁹ e Dubs et al.¹⁶ demonstraram uma diminuição da prática desportiva de 78% no pré-operatório para 56% após a artroplastia da anca. Pelo contrário, em termos de desportos a nível recreativo, Visuri e Honkanen³¹ verificaram um aumento na sua prática de 2 para 55% para as caminhadas, 7 para 29% para o ciclismo e 13 para 30% para a natação. Outro estudo verificou também um ligeiro aumento (80% para 83%) da prática desportiva recreativa após a artroplastia total da anca³².

Atualmente, a maioria dos ortopedistas aconselham os pacientes submetidos a artroplastias das **articulações de carga**, particularmente da anca e joelho, a **evitarem prática de desportos de elevado impacto**



Figura 2 – Prática de hidroginástica.

e de contacto, na medida em que estes implicam cargas mais elevadas sobre a prótese articular e como tal têm um risco teoricamente mais elevado de desgaste dos seus componentes, de descolamento da prótese e de lesões traumáticas^{1,4,5,10,33}. Sendo assim, são geralmente **desaconselhados desportos como futebol, basquetebol, andebol, ténis, voleibol, hóquei, atletismo, ginástica, artes marciais** entre outros, e **encorajados desportos de reduzido impacto, tais como ciclismo, natação, hidroginástica** (Figura 2), **dança, remo, golfe, bowling** entre outros^{1,4,5,18,19,34}. Alguns autores permitem a prática de exercícios de alto impacto apenas a nível recreativo com baixa intensidade, não aconselhando a sua prática competitiva^{5,34}.

Apesar destas ideias base, alguns estudos demonstram excelentes resultados funcionais em pacientes com próteses de articulações de carga em desportos de elevado impacto, mesmo a nível competitivo^{16,35-37}. Mont et al.^{35,36} demonstraram que todos os tenistas profissionais da sua amostra submetidos a artroplastias da anca e do joelho (respetivamente com 8 e 7 anos de tempo médio de seguimento) regressaram à prática desportiva a nível competitivo. As taxas de revisão cirúrgica foram de 6% aos 8 anos nas artroplastias da anca e aos 5 anos nas artroplastias do joelho. Apesar disto, o tempo de seguimento dos estudos disponíveis (inferior a 10 anos) não permite aconselhar a sua prática, uma vez que é insuficiente para dar informação acerca do estado da prótese articular^{1,8}. O desenvolvimento e as inovações nas técnicas cirúrgicas e na qualidade e resistência dos implantes articulares da artroplastia da anca poderão garantir melhores resultados funcionais em desportos de elevado impacto, associados a menores taxas de falência dos implantes, mas estas afirmações permanecem por comprovar¹. Apesar da ausência de evidência científica acerca desta matéria, tem-se verificado uma **tolerância crescente dos ortopedistas acerca da prática desportiva após artroplastias**, o que se deve provavelmente ao maior grau de exigência funcional dos pacientes, ao aumento da confiança do cirurgião na técnica cirúrgica de reconstrução articular, que deve

ser anatómica e biomecanicamente estável e equilibrada, e à inovação dos implantes articulares^{1,10,18,19}.

Artroplastia do joelho e exercício físico

A técnica de fixação e a preservação ou não do ligamento cruzado posterior (LCP) na artroplastia total do joelho em pacientes novos, ativos e praticantes de desporto permanecem alvo de discórdia entre os ortopedistas⁴. Em teoria, a fixação não cimentada garante uma osteointegração dinâmica da prótese e a preservação do LCP permite níveis superiores de proprioceção e consequentemente melhores resultados funcionais. No entanto, estes dados permanecem por comprovar, uma vez que se obtêm resultados semelhantes na fixação cimentada e nas técnicas com sacrifício do LCP^{4,10}. Em relação às superfícies articulares, os componentes femoral e tibial metálicos e o insert de polietileno são os mais frequentemente aplicados e com sucesso, no entanto os componentes de cerâmica têm evoluído recentemente com resultados sobreponíveis^{10,38}. As próteses unicompartmentais do joelho, que em teoria permitem maior amplitude de movimentos e vantagens propriocetivas (ao serem uma técnica menos invasiva) têm garantido bons resultados, mas os estudos em desportistas são ainda insuficientes³⁹⁻⁴².

Um estudo em 160 pacientes submetidos a artroplastia do joelho com tempo médio de seguimento de 5 anos, verificou que 65% dos indivíduos que praticavam regularmente exercício físico antes da cirurgia voltaram à prática desportiva e 35% dos indivíduos inativos no ano antes da cirurgia voltaram a praticar desporto³³. O regresso foi significativamente superior nos desportos de baixo impacto em comparação com os de alto impacto (91% vs 20%). Por sua vez, Chatterji et al. verificaram, na sua série de 144 artroplastias do joelho, que 85% dos pacientes praticavam pelo menos um desporto a nível recreativo⁴³. Outro estudo em praticantes de golfe submetidos a artroplastia do joelho verificou que todos eles regressaram à prática deste desporto, no entanto apresentaram após um período mínimo de três anos

níveis importantes de queixas álgicas durante e após a prática desportiva (respetivamente 16% e 36%) e sinais de osteólise em 53,7% das próteses⁴⁴. A osteólise foi mais verificada nas próteses com fixação cimentada, alcançando uma taxa de 79,1%, em comparação com 45% das não cimentadas. Fisher et al.⁴⁰ demonstraram que 93% dos pacientes submetidos a artroplastia unicompartmental medial do joelho voltaram à prática desportiva prévia, com melhoria significativa do nível funcional.

A anca e o joelho são articulações de carga e as forças exercidas sobre cada uma delas são diferentes, incluindo nos vários momentos da mesma atividade desportiva. Ao contrário da prótese da anca, em que a congruência articular é sempre elevada, nas próteses do joelho a congruência entre os componentes femoral e tibial é máxima em extensão, mas é precária a partir dos 40-60° de flexão do joelho. Esta justaposição mínima entre as superfícies articulares em flexão é responsável por um aumento substancial do estresse de contacto, o que favorece o desgaste e delaminação destrutivos do insert de polietileno^{5,45,46}. O pico de força sobre a prótese aumenta quando a atividade implica amplitudes elevadas de flexão do joelho, sendo que, em teoria, as modalidades em que estes movimentos se verificam com maior frequência têm mais efeitos prejudiciais sobre a prótese do joelho^{7,47}. Um estudo prospetivo verificou que os pacientes com atividades que implicavam mais frequentemente movimentos de flexão do joelho apresentavam significativamente mais risco de descolamento do componente tibial da prótese⁴⁸. Desta maneira, os pacientes com **próteses do joelho**, devem **evitar**, além dos desportos já referidos para as articulações de carga, as **atividades de alto impacto sobre o joelho em flexão**, tais como a **corrida em velocidades elevadas, montanhismo, caminhadas em declives**, entre outros^{5,7,47,49}.

Artroplastia do ombro e exercício físico

A artroplastia do ombro, entenda-se da articulação gleno-umeral (Figura 1-C), difere da anca e do joelho na

medida em que não se trata de uma articulação de carga. Apesar disto, trata-se da articulação com maior amplitude de movimentos do corpo humano e aquela com maior incongruência entre superfícies articulares. Como tal, os principais riscos da substituição artroplástica são o desgaste e descolamento precoces, em particular do componente glenoideu, e a instabilidade articular^{10,50}. Apesar de Poppen e Walker⁵¹ terem verificado que as forças perpendiculares à articulação gleno-umeral (braço em abdução) poderiam ser próximas do peso corporal, Collins et al.⁵² concluíram que a principal causa de descolamento do componente glenoideu são as cargas excêntricas sobre o mesmo, que ocorrem frequentemente em alguns desportos. À semelhança das artroplastias da anca e joelho, a fixação não cimentada parece ter vantagens em pacientes novos e ativos em comparação com a fixação cimentada¹⁰. O tipo de prótese do ombro ideal para pacientes ativos depende várias fatores, entre os quais a integridade da coifa dos rotadores. Recentemente tem-se verificado alargamento das indicações e uma tendência crescente para aplicação da artroplastia gleno-umeral invertida em comparação com a artroplastia anatómica e a hemi-artroplastia^{10,53-57}.

Em teoria, os **desportos de contacto e aqueles que solicitam mais e exigem maior amplitude de movimentos aos ombros**, tais como **halterofilismo, andebol, voleibol, ténis, hóquei, golfe, ginástica**, entre outros, colocam os seus praticantes em **risco mais acentuado** de desgaste, descolamento e traumatismos do ombro artroplástico, com consequente necessidade de segunda cirurgia precoce, não devendo ser recomendados^{9,10,58,59}.

Os estudos sobre prática desportiva em pacientes com artroplastia gleno-umeral são escassos. Jensen e Rockwood demonstraram que 96% dos 24 pacientes do seu estudo regressaram à prática de golfe recreativo, a maioria com melhor desempenho desportivo após substituição artroplástica do ombro (artroplastias anatómicas e hemi-artroplastias)⁵⁸. Os autores não identificaram diferenças significativas na prevalência de sinais radiológicos de descolamento protésico em comparação com um

grupo controlo não desportista ao longo de tempo médio de seguimento de 53.4 meses. Um trabalho em 75 desportistas submetidos a artroplastia do ombro (artroplastias anatómicas e hemi-artroplastias), com seguimento médio de 3.7 anos, verificou que 71% destes melhoraram a sua performance desportiva, 50% aumentaram a frequência de prática da atividade física em comparação com o pré-operatório e 19% não regressaram à prática desportiva após a cirurgia artroplástica do ombro⁵⁹. Apenas quatro destes pacientes foram submetidos a uma segunda cirurgia, três delas artroscópicas de desbridamento e a outra de remoção do componente glenoideu devido ao seu descolamento. Apesar destes números, os autores não garantem que a taxa de descolamento não seja superior, na medida em que muitas vezes numa fase inicial o paciente está assintomático e já apresenta sinais radiológicos de descolamento^{59,60}. Um estudo prospetivo em 100 pacientes submetidos a artroplastia total anatómica do ombro, com tempo médio de seguimento de 2.8 anos, verificou que apenas 6% dos que praticavam desporto previamente não regressaram à prática de exercício físico após a cirurgia artroplástica⁶¹. Dos pacientes que regressaram ao desporto, 69.4% regressaram à mesma modalidade praticada previamente com o mesmo nível de intensidade, enquanto os restantes, devido a limitações relacionadas com o ombro, particularmente em amplitude de movimentos e força, optaram por mudar de modalidade desportiva. De maneira semelhante, um estudo com 67 pacientes (idades: média de 74.8 anos e intervalo 49.9-92.6) que praticavam pelo menos um desporto no pré-operatório e que foram submetidos a artroplastia invertida do ombro, verificou com um tempo de seguimento médio de 31.6 meses que 85.5% da amostra regressou à prática desportiva. O regresso ao desporto foi significativamente inferior para os pacientes com idade superior a 70 anos⁵⁶.

Estes trabalhos, apesar de demonstrarem que a frequência, nível e intensidade da prática desportiva após a artroplastia do ombro, mesmo de desportos com elevada solicitação dos ombros (por exemplo, ténis e golfe), são equivalentes às

verificadas previamente à omartrose, nenhum deles tem tempo de seguimento e número de casos suficientes para avaliar os riscos para a duração da prótese articular^{53,56,58,59,61}.

Recomendações gerais atuais

A ausência atual de estudos prospetivos aleatorizados de grande dimensão com avaliação da duração das próteses articulares leva a que a conduta corrente em relação à prática desportiva em pacientes com artroplastias seja apenas baseada na opinião de especialistas no tema, havendo portanto um reduzido nível de evidência científica^{1,19}. O fundamental é analisar caso a caso, discutir pré-operatoriamente os objetivos e expectativas do paciente e procurar que o tipo e técnica de artroplastia e de reabilitação efetuados os permitam adequar aos resultados finais^{4,5,49,50}. Os pacientes devem ser encorajados a manter-se fisicamente ativos, sendo incentivada a prática de desportos de baixo impacto naqueles com próteses nas articulações de carga^{4,5,10}. Os que desejam praticar desportos de alto impacto devem ser informados e compreender os riscos teoricamente associados a esse tipo específico de desporto, particularmente em termos de desgaste, descolamento, instabilidade e fraturas na região da prótese articular, com consequente necessidade de cirurgia ou cirurgias de revisão precoces. A decisão de praticar determinado desporto deve ser do paciente, após ponderação entre riscos e benefícios na posse de toda a informação necessária^{1,4,9,10,49}. Antes de iniciar a prática desportiva, é recomendada reabilitação intensiva e controlada das articulações envolvidas e do tronco, com o objetivo de reforçar e proteger a neo-articulação, procurando assim diminuir a incidência de falências da prótese e prevenir lesões articulares^{1,9,10}. Além disso, estes pacientes devem ter um controlo clínico-radiológico assíduo da sua artroplastia, de modo a detectar e intervir precocemente nas complicações que possam surgir⁴.

Bibliografia

Bibliografia em:
www.revdesportiva.pt (A Revista Online)

1. Healy WL, Sharma S, Schwartz B, Iorio R. Athletic activity after total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2008 Oct;90(10):2245-52.
2. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet*. 2007;370:1508-19.
3. Laupacis A, Bourne R, Rorabeck C, Feeny D, Wong C, Tugwell P, Leslie K, Bullas R. The effect of elective total hip replacement on health-related quality of life. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75:1619-26.
4. McGroarty BJ, Stuart MJ, Sim FH. Participation in sports after hip and knee arthroplasty: review of literature and survey of surgeon preferences. *Mayo Clin Proc*. 1995;70:342-8.
5. Kuster MS. Exercise recommendations after total joint replacement: a review of the current literature and proposal of scientifically based guidelines. *Sports Med*. 2002;32(7):433-45.
6. Weiss JM, Noble PC, Conditt MA, Kohl HW, Roberts S, Cook KF, Gordon MJ, Mathis KB. What functional activities are important to patients with knee replacements? *Clin Orthop Relat Res*. 2002;404:172-88.
7. Dauty M, Letenneur J. Sports participation after joint arthroplasty. *Ann Readapt Med Phys*. 2007 Dec;50(9):709-15.
8. Kilgus DJ, Dorey FJ, Finerman GA, Amstutz HA. Patient activity, sport participation and impact loading on the durability of cemented total hip replacements. *Clin. Orth*. 1991; 269: 25-31.
9. Vogel LA, Carotenuto G, Basti JJ, Levine WN. Physical activity after total joint arthroplasty. *Sports Health*. 2011 Sep;3(5):441-50.
10. Healy WL, Iorio R, Lemos MJ. Athletic activity after joint replacement. *Am J Sports Med*. 2001 May-Jun;29(3):377-88.
11. Schmalzried TP, Shepherd EF, Dorey FJ, Jackson WO, dela Rosa M, Fa'vae F, McKellop HA, McClung CD, Martell J, Moreland JR, Amstutz HC. The John Charnley Award. *Wear is a function of use, not time*. *Clin Orthop Relat Res*. 2000 Dec;(381):36-46.
12. Flugsrud GB, Nordsletten L, Espehaug B, Havelin LI, Meyer HE. The effect of middle-age body weight and physical activity on the risk of early revision hip arthroplasty: a cohort study of 1,535 individuals. *Acta Orthop*. 2007 Feb;78(1):99-107.
13. Malchau H, Herberts P, Ahnfelt L. Prognosis of total hip replacement in Sweden: follow-up of 92,675 operations performed 1978-1990. *Acta Orthop Scand* 1993 Oct; 64 (5): 497-506.
14. Knutson K, Lewold S, Robertsson O, et al. The Swedish knee arthroplasty register: a nation-wide study of 30,003 knees 1976-1992. *Acta Orthop Scand* 1994 Aug; 65 (4): 375-86.
15. Gschwend N, Frei T, Morscher E, et al. Alpine and cross-country skiing after total hip replacement: 2 cohorts of 50 patients each, one active, the other inactive in skiing, followed for 5-10 years. *Acta Orthop Scand* 2000 Jun; 71 (3): 243-9.
16. Dubs L, Gschwend N, Munzinger L1: Sport after total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 1983; 101:161-169.
17. Jones DL, Cauley JA, Kriska AM, Wisniewski SR, Irrgang JJ, Heck DA, Kwok CK, Crosssett LS. Physical activity and risk of revision total knee arthroplasty in individuals with knee osteoarthritis: a matched case-control study. *J Rheumatol*. 2004 Jul;31(7):1384-90.
18. Swanson EA, Schmalzried TP, Dorey FJ. Activity recommendations after total hip and knee arthroplasty: a survey of the American Association for Hip and Knee Surgeons. *J Arthroplasty*. 2009 Sep;24(6 Suppl):120-6.
19. Klein GR, Levine BR, Hozack WJ, Strauss EJ, D'Antonio JA, Macaulay W, Di Cesare PE. Return to athletic activity after total hip arthroplasty. Consensus guidelines based on a survey of the Hip Society and American Association of Hip and Knee Surgeons. *J Arthroplasty*. 2007 Feb;22(2):171-5.
20. Mallon WJ, Callaghan JJ: Total hip arthroplasty in active golfers. *J Arthroplasty* 7 (Suppl): 1992; 339-346.
21. Mallon WJ, Liebelt RA, Mason JB: Total joint replacement and golf. *Clin Sports Med* 1996; 15: 179-190.
22. Cash DJ, Khanduja V. The case for ceramic-on-polyethylene as the preferred bearing for a young adult hip replacement. *Hip Int*. 2014 Sep-Oct;24(5):421-7.
23. Urban JA, Garvin KL, Boese CK, Bryson L, Pedersen DR, Callaghan JJ, Miller RK. Ceramic-on-polyethylene bearing surfaces in total hip arthroplasty. Seventeen to twenty-one-year results. *J Bone Joint Surg Am*. 2001 Nov;83-A(11):1688-94.
24. Meftah M, Klingenstein GG, Yun RJ, Ranawat AS, Ranawat CS. Long-term performance of ceramic and metal femoral heads on conventional polyethylene in young and active patients: a matched-pair analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(13):1193-7.
25. Dahl J, Snorrason F, Nordsletten L, Röhrli SM. More than 50 % reduction of wear in polyethylene liners with alumina heads compared to cobalt-chrome heads in hip replacements. *Acta Orthop*. 2013;84(4):360-4.
26. Affatato S, De Mattia JS, Bracco P, Pavoni E, Taddei P. Does cyclic stress and accelerated ageing influence the wear behavior of highly crosslinked polyethylene? *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016 Mar 2;59:418-429.
27. Kurtz SM, MacDonald DW, Mont MA, Parvizi J, Malkani AL, Hozack W. Retrieval analysis of sequentially annealed highly crosslinked polyethylene used in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2015 Mar;473(3):962-71.
28. Callary SA, Field JR, Campbell DG. Low wear of a second-generation highly crosslinked polyethylene liner: a 5-year radiostereometric analysis study. *Clin Orthop Relat Res*. 2013 Nov;471(11):3596-600.
29. Ritter MA, Meding JB. Total hip arthroplasty: can the patient play sport again? *Orthopedics* 1987; 10: 1447-52.
30. Wylde V, Blom A, Dieppe P, Hewlett S, Learmonth I. Return to sport after joint replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2008 Jul;90(7):920-3.
31. Visuri T, Honkanen R: Total hip replacement: Its influence on spontaneous recreation exercise habits. *Arch Phys Med Rehabil* 1980; 61:325-328.
32. Chatterji U, Ashworth MJ, Lewis PL, Dobson PJ. Effect of total hip arthroplasty on recreational and sporting activity. *ANZ J Surg*. 2004 Jun;74(6):446-9.
33. Bradbury N, Borton D, Spoo G, Cross MJ. Participation in sports after total knee replacement. *Am J Sports Med*. 1998 Jul-Aug;26(4):530-5.
34. Papalia R, Del Buono A, Zampogna B, Maffulli N, Denaro V. Sport activity following joint arthroplasty: a systematic review. *Br Med Bull*. 2012;101:81-103.
35. Mont MA, LaPorte DM, Mullick T, Silberstein CE, Hungerford DS. Tennis after total hip arthroplasty. *Am J Sports Med*. 1999;27:60-4.
36. Mont MA, Rajadhyaksha AD, Marxen JL, Silberstein CE, Hungerford DS. Tennis after total knee arthroplasty. *Am J Sports Med*. 2002;30:163-6.
37. Diduch DR, Insall JN, Scott WN, et al. Total knee replacement in young, active patients: long-term follow-up and functional outcome. *J Bone Joint Surg Am* 1997 Apr; 79 (4): 575-82.
38. Bergschmidt P, Bader R, Kluess D, Zietz C, Schwemmer B, Kundt G, Mittelmeier W. Total knee replacement system with a ceramic femoral component versus two traditional metallic designs: a prospective short-term study. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2013 Dec;21(3):294-9.
39. Naal FD, Fischer M, Preuss A, Goldhahn J, von Knoch F, Preiss S, Munzinger U, Drobny T. Return to sports and recreational activity after unicompartmental knee arthroplasty. *Am J Sports Med*. 2007;35:1688-95.
40. Fisher N, Agarwal M, Reuben SF, Johnson DS, Turner PG. Sporting and physical activity following Oxford medial unicompartmental knee arthroplasty. *Knee*. 2006;13:296-300.
41. Pietschmann MF, Wohlleb L, Weber P, Schmidutz F, Ficklscherer A, Gülecüyüz MF, Safi E, Niethammer TR, Jansson V, Müller PE. Sports activities after medial unicompartmental knee arthroplasty Oxford III-what can we expect? *Int Orthop*. 2013 Jan;37(1):31-7.
42. Hopper GP, Leach WJ. Participation in sporting activities following knee replacement: total versus unicompartmental. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:973-9.
43. Chatterji U, Ashworth MJ, Lewis PL, Dobson PJ. Effect of total knee arthroplasty on recreational and sporting activity. *ANZ J Surg*. 2005 Jun;75(6):405-8.
44. Mallon WJ, Callaghan JJ. Total knee arthroplasty in active golfers. *J Arthroplasty*; 1993;8:299-306.
45. Kuster MS, Horz S, Spalinger E, et al. The effects of conformity and load in total knee replacement. *Clin Orthop* 2000 Jun; (375): 302-12.
46. Kuster MS, Wood GA, Stachowiak GW, et al. Joint load considerations in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 1997 Jan; 79 (1): 109-13.
47. Kuster MS, Spalinger E, Blanksby BA, et al. Endurance sports after total knee replacement: a biomechanical investigation. *Med Sci Sports Exerc* 2000 Apr; 32 (4): 721-4.
48. Hilding MB, Lanshammar H, Ryd L. Knee joint loading and tibial component loosening: RSA and gait analysis in 45 osteoarthritic patients before and after TKA. *J Bone Joint Surg Br* 1996 Jan; 78 (1): 66-73.
49. Bauman S, Williams D, Petruccielli D, Elliott W, de Beer J. Physical activity after total joint replacement: a cross-sectional survey. *Clin J Sport Med*. 2007 Mar;17(2):104-8.
50. Clifford PE, Mallon WJ. Sports after total joint replacement. *Clin Sports Med*. 2005 Jan;24(1):175-86.
51. Poppen NK, Walker PS. Forces at the glenohumeral joint in abduction. *Clin Orthop Relat Res*. 1978 Sep;(135):165-70.

52. Collins D, Tencer A, Sidles J, Matsen F 3rd. *Edge displacement and deformation of glenoid components in response to eccentric loading. The effect of preparation of the glenoid bone.* J Bone Joint Surg Am. 1992 Apr;74(4):501-7.
53. Liu JN, Garcia GH, Mahony G, Wu HH, Dines DM, Warren RF, Gulotta LV. *Sports after shoulder arthroplasty: a comparative analysis of hemiarthroplasty and reverse total shoulder replacement.* J Shoulder Elbow Surg. 2016 Feb 4.
54. Fink Barnes LA, Grantham WJ, Meadows MC, Bigliani LU, Levine WN, Ahmad CS. *Sports activity after reverse total shoulder arthroplasty with minimum 2-year follow-up.* Am J Orthop (Belle Mead NJ). 2015 Feb;44(2):68-72.
55. Lawrence TM, Ahmadi S, Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, Cofield RH. *Patient reported activities after reverse shoulder arthroplasty: part II.* J Shoulder Elbow Surg. 2012 Nov;21(11):1464-9.
56. Garcia GH, Taylor SA, DePalma BJ, Mahony GT, Grawe BM, Nguyen J, Dines JS, Dines DM, Warren RF, Craig EV, Gulotta LV. *Patient Activity Levels After Reverse Total Shoulder Arthroplasty: What Are Patients Doing?* Am J Sports Med. 2015 Nov;43(11):2816-21.
57. Labriola JE, Edwards TB. *Reverse total shoulder arthroplasty in the senior athlete.* Oper Techn Sports Med. 2008;16(1):43-49.
58. Jensen KL, Rockwood CA Jr. *Shoulder arthroplasty in recreational golfers.* J Shoulder Elbow Surg. 1998;7:362-367.
59. McCarty EC, Marx RG, Maerz D, Altchek D, Warren RF. *Sports participation after shoulder replacement surgery.* Am J Sports Med. 2008 Aug;36(8):1577-81.
60. Gartsman GM, Roddey TS, Hammerman SM. *Shoulder arthroplasty with or without resurfacing of the glenoid in patients who have osteoarthritis.* J Bone Joint Surg Am. 2000;82:26-34.
61. Schumann K, Flury MP, Schwyzler HK, Simmen BR, Drerup S, Goldhahn J. *Sports activity after anatomical total shoulder arthroplasty.* Am J Sports Med. 2010 Oct;38(10):2097-105.