U.PORTO

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Alteração do fenótipo CPAK após artroplastia total do joelho com alinhamento mecânico e o seu impacto no *outcome* clínico

Manuel Bento Carecho Neto Peixoto

M

2025

Alteração do fenótipo CPAK após artroplastia total do joelho com alinhamento mecânico e o seu impacto no outcome clínico

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Medicina,
submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto

Manuel Bento Carecho Neto Peixoto
Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto
Endereço eletrónico: mpeixoto2006gmail.com

Mestrado Integrado em Medicina
Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Orientador: Professor Doutor Pedro Filipe Ferreira Cardoso

Professor Auxiliar Associado do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Assistente hospitalar graduado de Ortopedia do Centro Hospitalar Universitário de Santo António, Unidade Local de Saúde de Santo António

Junho de 2025

Alteração do fenótipo CPAK após artroplastia total do joelho com alinhamento mecânico e o seu impacto no outcome clínico

Estudante



(Manuel Bento Carecho Neto Peixoto)

Orientador

Assinado por : **PEDRO FILIPE FERREIRA CARDOSO**
Num. de Identificação: 05911750
Data: 2025.06.08 20:43:02+01'00'

CARTÃO DE CIDADÃO

(Professor Doutor Pedro Filipe Ferreira Cardoso)

Porto, junho de 2025

Declaração de Integridade Científica

Eu, Manuel Bento Carecho Neto Peixoto, nº 201906882, estudante do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto, declaro que esta dissertação é da minha autoria e não foi utilizada anteriormente em qualquer outro curso ou unidades curriculares, desta ou de outra instituição.

As referências a outros autores (afirmações, ideias, pensamentos) respeitam escrupulosamente as regras de atribuição e estão devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas, de acordo com as regras de referenciação. Tenho conhecimento de que a prática de plágio e auto-plágio constitui uma infração académica.

Porto, junho de 2025



(Manuel Bento Carecho Neto Peixoto)

Dedicatória

À minha família, aos meus irmãos, irmã e em especial aos meus pais, que sempre se colocaram ao meu lado e fizeram de tudo, até ao último instante, para me ajudar no que puderam. Obrigado pelo ouvido amigo, pelas palavras de alento, pelos lanches levados ao quarto na reta final e por me ajudarem a vislumbrar o lado brilhante, mesmo nos dias mais escuros.

À Mariana, por ser o meu ombro seguro, por tudo o que fez por mim para que este trabalho chegasse a bom porto e por todos os conselhos de quem, estando na mesma situação, esteve sempre um passo à frente, sem nunca deixar de olhar para trás e me estender a mão.

A todos os verdadeiros amigos – aqueles que sabem quem são – e com quem se pode contar nos bons e maus momentos da vida. Por me terem acompanhado neste já arrastado percurso académico e por tudo o que ao longo dele vivemos. Tornaram esta, uma das etapas mais memoráveis que já vivi.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Pedro Cardoso, pela admiração que incitou em mim pela Ortopedia nas aulas práticas, pela orientação e todo o apoio ao longo deste projeto. Por me ter convencido a não optar pelo caminho mais fácil e pelo exemplo que me deu no gosto e "amor à camisola" pela investigação. Estimo profundamente a oportunidade que foi ter sido seu aluno e seu orientando, esperando poder um dia tê-lo a meu lado, quiçá enquanto par de especialidade.

Ao Serviço de Ortopedia do Centro Hospitalar Universitário de Santo António, Unidade Local de Saúde de Santo António, pela colaboração orientação e recetividade ao longo de todo este trabalho.

Resumo

Introdução: A classificação CPAK (*Coronal Plane Alignment of the Knee*) tem ganho relevância na caracterização fenotípica do joelho em doentes submetidos a artroplastia total do joelho (ATJ), especialmente com o advento da filosofia do alinhamento cinético. No entanto, a sua distribuição e impacto clínico após ATJ com alinhamento mecânico (AM) permanecem pouco estudados, nomeadamente em Portugal.

Métodos: Foi realizado um estudo retrospetivo observacional que incluiu 51 doentes submetidos a ATJ com AM entre 2020 e 2021. Foram realizadas medições radiográficas pré e pós-cirúrgicas, e classificado o fenótipo CPAK em ambos os momentos. Os desfechos clínicos avaliados incluíram dor, amplitude de movimento (ROM), duração do internamento, afeção das atividades de vida diária (AVDL) e satisfação. A análise estatística recorreu a testes não paramétricos e regressões logísticas univariadas.

Resultados: Os fenótipos CPAK mais prevalentes no pré-operatório foram os tipos I e IV, com predomínio pós-cirúrgico das classes V e VII. Apenas 43,1% dos joelhos atingiram alinhamento mecânico neutro e 13,7% restauraram o fenótipo nativo. O índice de massa corporal correlacionou-se negativamente com a ROM aos 15 dias (ρ = –0,336, p = 0,023), e o sexo feminino associou-se a maior duração média de internamento (p = 0,041). Não se verificou impacto significativo das alterações do fenótipo CPAK, ou classes de aHKA (ângulo coxofemorotibial aritmético) ou JLO (obliquidade da linha articular), nem da restauração do fenótipo nativo, nos desfechos clínicos avaliados.

Conclusão: A alteração do fenótipo CPAK após ATJ com AM foi frequente, mas não se associou a diferenças estatisticamente significativas nos *outcomes* clínicos. Estudos com maior dimensão amostral e com uso de questionários padronizados são necessários para uma maior robustez dos resultados.

Palavras-chave: "CPAK"; "classificação Coronal Plane Alignment Knee"; "Alinhamento mecânico"; "Artroplastia total do joelho"; "*Outcome* clínico", PeekMed".

Abstract

Background: The CPAK (Coronal Plane Alignment of the Knee) classification has become increasingly relevant in the phenotypic characterization of the knee in patients undergoing total knee arthroplasty (TKA), particularly since the adoption of the kinematic alignment approach. However, data on its distribution and clinical impact following mechanically aligned (MA) TKA remain scarce, especially within the Portuguese population.

Methods: We retrospectively evaluated 51 patients who underwent MA-TKA between 2020 and 2021. Radiographic measurements were performed pre- and postoperatively, and the CPAK phenotype was determined at both timepoints. Clinical outcomes assessed included pain, range of motion (ROM), length of hospital stay, impairment in activities of daily living (ADL), and satisfaction. Statistical analysis involved non-parametric tests and univariate logistic regressions.

Results: The most prevalent preoperative CPAK phenotypes were types I and IV, shifting postoperatively to a predominance of types V and VII. Only 43.1% of cases achieved neutral mechanical alignment, and 13.7% restored their native phenotype. Body mass index (BMI) was negatively correlated with ROM at 15 days ($\rho = -0.336$, $p = 0.023$), and female sex was associated with a longer mean hospital stay ($p = 0.041$). Changes in CPAK phenotype, arithmetic Hip-Knee-Ankle (aHKA) or Joint Line Obliquity (JLO) angles, and restoration of the native phenotype showed no statistically significant influence on clinical outcomes.

Conclusion: Alterations in CPAK phenotype following MA-TKA were common but did not significantly impact clinical outcomes. Further studies with larger cohorts and standardized outcome measures are necessary to strengthen these findings.

Keywords: “CPAK”; “Coronal Plane Alignment Knee classification”; “Mechanical alignment”; “Knee total arthroplasty”; “Clinical outcome”, PeekMed”.

Abreviaturas, siglas e acrónimos

AC	Alinhamento cinético
aHKA	Ângulo aritmético coxofemorotibial
AM	Alinhamento mecânico
ATJ	Artroplastia total do joelho
AVDL	Atividades da vida diária e de lazer
CPAK	Classificação do alinhamento do joelho no plano coronal
CT	Tomografia computorizada
FJS-12	Forgotten Joint Score-12
IMC	Índice de massa corporal
JLO	Obliquidade da linha articular
KOOS	Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score
KSS	Knee Society Score
mHKA	Ângulo mecânico coxofemorotibial
mLDFA	Ângulo mecânico femoral distal lateral
mMPTA	Ângulo mecânico tibial proximal medial
OKS	Oxford Knee Score
PROMs	Medida de *outcomes* reportados pelo doente
ROM	Amplitude de movimento
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index

Índice

Agradecimentos i

Resumo ii

Abstract iii

Abreviaturas, siglas e acrónimos iv

Índice v

Lista de tabelas vi

Lista de figuras vii

Introdução 1

- História da artroplastia 1
- O alinhamento mecânico: vantagens e desvantagens 1
- O alinhamento cinético: o paradigma mais recente 1
- Classificações do alinhamento do joelho e o CPAK 2
- Objetivo do estudo 2

Metodologia 4

- Avaliação radiográfica 4
- Avaliação dos *outcomes* clínicos 5
- Análise estatística 5

Resultados 7

- Demografia e análise radiográfica pré-cirúrgica 7
- Análise e comparação radiográfica pós-cirúrgica 7
- Impacto do alinhamento do joelho nos *outcomes* clínicos 8

Discussão 9

Tabelas 12

Figuras 17

Referências 21

Lista de tabelas

Tabela I. Análise descritiva das características demográficas, medições dos ângulos mMPTA, mLDFA, aHKA, JLO e suas diferenças pré e pós-cirúrgicas, e *outcomes* clínicos avaliados..... 12

Tabela II. Distribuição fenotípica do CPAK pré-cirúrgico dos joelhos que atingiram o aHKA neutro pós-cirúrgico 14

Tabela III. Distribuição fenotípica do CPAK pré-cirúrgico dos joelhos que atingiram o tipo V pós-cirúrgico 15

Tabela IV. Mudança da classificação aHKA e JLO após cirurgia dos joelhos, em função da classificação pré-cirúrgica 16

Lista de figuras

Figura 1. Classificação do alinhamento do joelho no plano coronal (CPAK) segundo MacDessi *et al.*[1] 17

Figura 2. Gráfico scatter-plot demonstrando a distribuição fenotípica dos joelhos pré-cirúrgicos, segundo a classificação CPAK 18

Figura 3. Gráfico scatter-plot demonstrando a distribuição fenotípica dos joelhos pós-cirúrgicos, segundo a classificação CPAK 19

Figura 4. Gráfico scatter-plot demonstrando a distribuição fenotípica sobreposta dos joelhos pré-cirúrgicos segundo a classificação CPAK 20

Introdução

História da artroplastia

As primeiras artroplastias totais do joelho (ATJ) de que há registo foram realizadas por Themistocles Gluck, em doentes com tuberculose óssea, na década de 90 do século XIX, com próteses articuladas em marfim.[2] Contudo, só no final dos anos 60 do século seguinte, se desenvolveram e colocaram as primeiras próteses condilares de joelho, as quais, por oposição às articuladas, representam a grande maioria dos modelos utilizados atualmente.[3] Desde então, a bioengenharia aliada à medicina, contribuiu para um contínuo e galopante aperfeiçoamento do desenho protésico, dos materiais e da técnica cirúrgica, por forma a alcançar uma melhor congruência anatómica, desempenho funcional e durabilidade das próprias próteses, dada a crescente demanda e realização de ATJ nos últimos 50 anos.[3,4]

O alinhamento mecânico: vantagens e desvantagens

Desde cedo que, no que tange à artroplastia total do joelho, o alinhamento dos seus componentes foi entendido como um aspeto fulcral para o funcionamento e longevidade do implante.[5] Neste sentido, existem dois métodos de alinhamento coronal: o mecânico e o cinético.

O primeiro tem como objetivo aproximar o ângulo HKA (*hip-knee-ankle*) – ângulo coxofemorotibial – pós-cirúrgico de 180º, configurando um alinhamento neutro,[6,7] posicionando os elementos protésicos tibial e femoral perpendiculares ao eixo mecânico de cada osso.[8] Desta forma, acreditando-se que, ao reduzir o desequilíbrio mecânico entre os componentes medial e lateral da articulação, reduzir-se-ia o desgaste e minimizar-se-ia o risco de descelagem do material implantado,[6] o alinhamento mecânico (AM) foi considerado, até muito recentemente, a técnica *gold-standard* neste procedimento.[1,9]

Contudo, uma vez que o alinhamento neutro nem sempre traduz a anatomia nativa específica do indivíduo,[10] o AM tem potencial para perturbar a harmonia fisiológica dos tecidos moles envolventes.[11] Para além disso, o alinhamento mecânico não tem em conta a obliquidade da linha articular, o que pode ter um impacto negativo na dinâmica articular. [12-14]

O alinhamento cinético: o paradigma mais recente

Desta forma, e apesar de o AM ter demonstrado bons *outcomes* clínicos durante décadas[15], surgiu nos últimos anos uma filosofia alternativa: o alinhamento cinético (AC). Este

método, cada vez mais adotado na atualidade pelo aparente benefício biomecânico para o indivíduo[16-20], visa o restabelecimento do seu alinhamento pré-mórbido original do joelho. O possível efeito positivo desta técnica, por contraste com o AM, é maior quanto mais acentuado for o desvio coronal nativo.[5]

No entanto, múltiplos estudos que compararam o AM com o AC, não reportaram diferenças estatisticamente significativas em scores clínicos a médio prazo, na insatisfação com a ATJ ou nos *outcomes* reportados por doentes (*PROMs*).[8, 21-23] Assim, pese embora a crescente evidência científica em torno do tema, o alinhamento coronal alvo para indivíduos a serem submetidos a artroplastia total do joelho permanece controverso e sob debate.[1,24]

Classificações do alinhamento do joelho e o CPAK

Com vista a ajudar a classificar o alinhamento do joelho, foram sendo criados diferentes sistemas de classificação e, com eles, variados fenótipos de joelho foram descritos nos últimos anos.[1,21,25] As classificações contribuem para uma melhor compreensão das diferenças anatómicas, de forma a personalizar a abordagem da ATJ mais previsível e segura[26]. No presente, a classificação CPAK, proposta por MacDessi *et al.*[1], tem vindo a ser crescente e amplamente utilizada.

O CPAK (*Coronal Plane Alignment of the Knee*) é, pois, um sistema de classificação recentemente criado para avaliar o alinhamento, no plano coronal, da articulação do joelho.[1]

Ao contrário da nomenclatura pré-existente – varo, valgo e neutro – que descrevia o alinhamento apenas num momento estático no tempo, baseando-se no alinhamento mecânico do membro inferior, este sistema tem a vantagem de considerar também a obliquidade da linha articular (JLO) – catalogando-a como ápex proximal, neutra ou ápex distal. Desta forma, a classificação CPAK é obtida combinando o ângulo aritmético HKA (aHKA), tradutor do HKA pré-artrósico[27], com a JLO, distinguindo assim nove diferentes grupos fenotípicos/tipos CPAK (Figura 1).[1]

Objetivo do estudo

Apesar da crescente literatura acerca do impacto do CPAK pré e pós-cirúrgico nos PROMs de doentes submetidos a ATJ[5,11,22], esta é ainda limitada.

Adicionalmente, até onde temos conhecimento à data desta investigação, não existem ainda estudos a avaliar a distribuição fenotípica de joelhos pré-cirúrgicos com base na classificação CPAK em Portugal, ou estudos sobre a sua alteração pós-ATJ e impacto nos *outcomes* clínicos de ATJ no nosso país.

Destarte, o presente estudo tem como objetivo classificar, em doentes submetidos a artroplastia total do joelho com alinhamento mecânico, o CPAK pré-cirúrgico, observando a sua distribuição fenotípica na população em estudo, e pós-cirúrgico, avaliando a sua alteração e aferindo a existência de uma relação desta com os *outcomes* clínicos destes doentes, após a cirurgia.

Metodologia

O presente estudo retrospetivo observacional incluiu doentes submetidos a artroplastia total do joelho, com alinhamento mecânico, no período compreendido entre o início do ano de 2020 e o final do ano de 2021, no serviço de ortopedia da ULSSA (Unidade Local de Saúde de Santo António).

De entre os 272 utentes que compunham a base de dados inicial, foram excluídos aqueles sem radiografias do membro inferior completo ('membro inferior extralongo') pré e pós-cirúrgicas – 102 doentes não tinham qualquer registo radiográfico do tipo, 88 doentes tinham apenas radiografias prévias e 31 apenas posteriores à cirurgia –, resultando num tamanho amostral de 51 doentes.

Todos estes cumpriam os critérios de inclusão pré-definidos: seguimento durante um período mínimo de 12 meses com início na data da cirurgia, ausência de complicações pós-cirúrgicas (*i.e.* infeção, descelagem asséptica, lesão neurovascular, entre outras) e/ou com necessidade de reoperação ou revisão de prótese durante no primeiro ano após a cirurgia (período de *follow-up* avaliado), pelo que o *n* final se manteve em 51 doentes.

Avaliação radiográfica

Com base nas radiografias pré e pós-cirúrgicas recolhidas, foram realizadas medições radiográficas dos ângulos mMPTA – ângulo tibial proximal medial – e mLDFA – ângulo femoral distal lateral –, com recurso ao *software* PeekMed® (© 2025 PEEK HEALTH S.A.). Para melhor compreensão, o mMPTA é o ângulo formado entre o eixo mecânico da tíbia e o plano articular tibial proximal e o mLFDA entre o eixo mecânico femoral e o plano articular femoral distal.[1]

Subsequentemente, foram calculados os ângulos aHKA (através da fórmula mMPTA - mLDFA) e JLO (mMPTA + mLDFA) e de seguida classificado o CPAK de cada doente pré e pós-artroplastia.

Para tal, o alinhamento do joelho foi considerado varo quando aHKA < -2º, valgo quando aHKA > 2º e neutro se -2º ≤ aHKA ≤ 2º. Por outro lado, a obliquidade da linha articular foi classificada como ápex distal quando JLO < 177°, neutra se 177° ≤ JLO ≤ 183° e ápex proximal se JLO > 183°, tal como descrito por MacDessi *et al.* [1]

Foram ainda aferidas as diferenças entre os mMPTA, mLDFA, aHKA e JLO pré e pós-cirúrgicos.

Avaliação dos *outcomes* clínicos

Paralelamente, foi consultada a informação relativa aos parâmetros clínicos, colhida do processo clínico eletrónico e do sistema integrado de gestão de acesso do Serviço Nacional de Saúde, sendo todos os dados anonimizados. Os principais *outcomes* clínicos avaliados foram a gonalgia – estratificada em três categorias (0 = sem dor; 1 = desconforto ou dor ligeira/esporádica sem necessidade de analgesia; 2 = dor com necessidade, mas controlada por analgesia; 3 = dor refratária à analgesia) – e a amplitude de movimento da articulação do joelho (ROM, em graus), aferidas em quatro momentos de consulta pós-cirúrgica de *follow-up* (a primeira aos 15 dias, a segunda entre os 2 e 3 meses, a terceira entre os 5 e 6 meses e a última aos 12 meses), a capacidade de desempenhar as atividades de vida diárias e/ou de lazer (AVDL) – como variável dicotómica (0 = sem afeção nas AVDL; 1 = com afeção nas AVDL) – e a satisfação – dicotomizada também (0 = algum grau de insatisfação; 1 = totalmente satisfeito), avaliadas à data da última consulta de seguimento, aos 12 meses, e duração do internamento (em dias).

A incapacidade em subir/descer escadas sem gonalgia ou apoio, ou o uso de canadiana ou bengala para caminhar foram exemplos de afeção das AVDL. Os momentos de cada uma das quatro consultas de seguimento serão doravante assumidos, simplificadamente, como aos 15 dias, 3, 6 e 12 meses.

Análise estatística

A análise estatística foi levada a cabo recorrendo ao *software* SPSS® (Statistical Package for Social Sciences, version 29), considerando-se $p<0,05$ para significância estatística em todas as análises realizadas.

Variáveis contínuas gaussianas foram descritas como média +/- desvio padrão e as não-gaussianas como mediana e intervalo interquartil (percentil 25-percentil 75). Para aferir a distribuição normal, foi utilizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. As variáveis categóricas foram apresentadas como frequências absolutas (n) e relativas (em percentagem).

Com o objetivo de aferir o impacto de variáveis contínuas em *outcomes* categóricos foram utilizadas regressões logísticas univariadas – binária para *outcomes* dicotómicos (impacto nas AVDL e insatisfação) e multinominal para *outcomes* ordinais (gonalgia) – e em *outcomes* contínuos não-gaussianos (ROM e duração do internamento) foi utilizada a correlação de Spearman. A par, para comparar com *outcomes* ordinais, utilizámos o teste de Kruskall-Wallis para variáveis nominais e o teste Mann-Whitney U para dicotómicas. Por fim, foi utilizado o teste do $\chi 2$ (qui-quadrado) para comparar variáveis e *outcomes* dicotómicos.

Para avaliar o impacto no *outcome* clínico, foram consideradas variáveis como o sexo, a idade e o índice de massa corporal (IMC) aquando da cirurgia, bem como as classes pós-cirúrgicas de aHKA e JLO, o valor absoluto da diferença dos aHKA e JLO pré e pós-cirúrgicos, as alterações específicas das classes aHKA (8 combinações possíveis, considerando a passagem de varo para valgo e vice-versa na mesma classe e incluindo as combinações de restauração do fenótipo original) e JLO (8 combinações possíveis, considerando a passagem de ápex distal para proximal e vice-versa na mesma classe e incluindo as combinações de restauração do fenótipo original).

De igual modo, foram tidas em conta as seguintes variáveis: restauração da classe aHKA (0 = alteração da classe aHKA pré-mórbida; 1 = restauração da classe aHKA pré-mórbida), restauração da classe JLO (0 = alteração da classe JLO pré-mórbida; 1 = restauração da classe CPAK pré-mórbida) e restauração do fenótipo nativo (0 = alteração do tipo CPAK pré-mórbido; 1 = restauração do tipo CPAK pré-mórbido).

Resultados

Demografia e análise radiográfica pré-cirúrgica

Aquando da cirurgia, a idade média foi de 70,7 anos (intervalo 51-85; desvio padrão de 7,2), sendo a amostra composta por 11 homens e 40 mulheres, com índice de massa corporal (IMC) pré-cirúrgico – valor registado em data prévia mais próxima à da cirurgia – médio de 30,1 kg/m^2 (intervalo 22,7-42,0; desvio padrão de 4,0). (Tabela I) Todos os 51 doentes tinham como principal diagnóstico para cirurgia o de osteoartrose primária do joelho.

Foram analisadas radiografias pré e pós-cirúrgicas de 31 membros inferiores esquerdos e 20 direitos. Antes da cirurgia, a mediana do mMPTA era 87,5º (85,40-90,90)º, os mLDFA e aHKA médios eram de 89,3º ± 3,2º e de -1,6º ± 5,6º, respetivamente, e a mediana do JLO 177,4º (175,1-179,0)º. (Tabela I)

Segundo a classificação CPAK, os fenótipos I e IV eram os mais prevalentes (13 joelhos; 25,5% e 10 joelhos; 19,6%, respetivamente), seguidos pelos III e V (ambos com 7 joelhos; 13,7% cada um), II (9,8%), VI (7,8%), VIII (5,9%) e, finalmente, VII e IX (2,0% cada um). (Figura 2)

Análise e comparação radiográfica pós-cirúrgica

Após a cirurgia, os mMPTA e mLDFA médios passaram para 89,9º ± 2,3º e 91,6º ± 2,8º, respetivamente, a mediana do aHKA para -2,0º (-4,6-0,3)º e o JLO médio para 181,5º ± 3,6º. As diferenças em relação ao período pré-operatório dos aHKA e JLO (discriminadas em função da sua classe pré-cirúrgica), dos mMPTA e mLDFA estão representadas na (Tabela I).

Quanto à distribuição fenotípica, esta alterou-se, tornando-se as classes V e VII as preponderantes (15 joelhos; 29,4% e 13 joelhos; 25,5%, respetivamente), sendo o IV o terceiro mais comum (9 joelhos; 17,6%). A representatividade dos restantes fenótipos foi francamente inferior – VI (9,8%), II (7,8%), VIII (5,9%), I e IX (2,0% cada um). Não houve nenhum joelho pós-cirúrgico com o fenótipo III. (Figuras 3 e 4)

Após a intervenção cirúrgica, 43,1% dos doentes atingiu um aHKA neutro (entre -2º e 2º), alcançado por mais de metade dos joelhos com fenótipos II (60,0%), III (85,7%), IV (50,0%) e IX (100%) pré-cirúrgicos, como resultado do uso de um alinhamento mecânico. (Tabela II) Ademais, foi obtido um JLO neutro (entre 177º e 183º) em 56,9% das ATJ. A classe V do CPAK foi atingida por 29,4% dos joelhos, sobretudo nos joelhos pré-cirurgicamente valgos (50,0%). De semelhante modo, dos joelhos previamente neutros, 46,7% mantiveram o seu alinhamento mecânico após ATJ. (Tabela III) Por fim, constatou-se que 49,0% e 35,3% dos joelhos restabeleceram as suas classes de aHKA e obliquidade da linha articular nativas, respetivamente. (Tabela IV) O fenótipo

pré-mórbido foi alcançado após a cirurgia por 13,7% (*n* = 7) dos joelhos. Na Tabela IV, encontram-se ainda listadas as alterações específicas das classes aHKA e JLO pré para pós-ATJ.

Impacto do alinhamento do joelho nos *outcomes* clínicos

Relativamente às variáveis demográficas, o IMC demonstrou um impacto significativo (ρ = –0,336, p = 0,023; n = 47) na diminuição da amplitude de movimento do joelho aos 15 dias de pós-operatório.

Já a idade demonstrou, inesperadamente, uma correlação positiva fraca com a ROM aos 15 dias (ρ = 0,285, p = 0,052; n = 47). Apesar de o resultado não ter atingido significância estatística, a tendência sugere que indivíduos mais velhos poderão apresentar ligeiramente melhor recuperação funcional inicial, o que merece investigação adicional.

As mulheres evidenciaram um tempo médio de internamento significativamente superior (4,45 ± 1,48 dias) ao dos homens (3,55 ± 0,82 dias) (p = 0,041, teste de Mann-Whitney U). Estes resultados sugerem que o sexo feminino poderá estar associado a um recobro ligeiramente mais prolongado. Apesar da associação marginalmente não significativa (p = 0,058), o IMC mostrou uma correlação tendencial com a prevalência de gonalgia aos 12 meses.

Quanto às variáveis radiográficas e a partir delas obtidas – classes aHKA e JLO pós-cirúrgicas, valores absolutos das diferenças dos aHKA e JLO pré e pós-ATJ, alterações específica das classes aHKA e JLO, restauração das classes de aHKA, de JLO ou do fenótipo CPAK nativo –, nenhuma demonstrou associação com os *outcomes* clínicos avaliados.

Discussão

Este é o primeiro estudo que se propôs a avaliar os fenótipos pré-mórbidos da classificação CPAK e o impacto das suas alterações pós-artroplastia total do joelho nos desfechos clínicos dos doentes em Portugal.

MacDessi *et al.*[1] descreveu na demografia australiana e nova zelandesa o fenótipo CPAK II, seguido do I, como os mais prevalentes. Grant *et al.*[28] observou, nos Estados Unidos da América, um domínio do tipo I, sucedido pelos II e IV. Num outro estudo de larga escala conduzido em França, Sappey-Marinier *et al.*[22] relatou uma prevalência superior do fenótipo I, com substancial representatividade dos II e V também. Por outro lado, estudos japoneses reportaram uma distribuição diferente, com claro predomínio do fenótipo I pré-ATJ.[11,29] Na população por nós estudada, os resultados mais prevalentes aproximaram-se aos das populações francesa e estado-unidense, com maior prevalência dos tipos I e IV, seguida pelos III e V.

A técnica do alinhamento mecânico foi aplicada em todos os joelhos incluídos na amostra, contudo, apenas 43,1% alcançaram o alinhamento neutro visado. Estes resultados aproximam-se do cenário retratado por outros autores, com proporções obtidas variáveis entre os 46%[11], 58%[5] e 78%[22]. Ademais, 29,5% dos doentes alcançaram o fenótipo V após cirurgia, tendo estudos prévios descrito percentagens de 26%[11] e 58%[22]. Tal demonstra o desafio que, na osteotomia manual, o grau de precisão exigido representa. Neste sentido, a recente emergência da artroplastia do joelho roboticamente-assistida reflete um enorme avanço na ortopedia, tendo vindo a permitir, cada vez mais, ultrapassar ou, pelo menos, minorar este obstáculo.

A alteração cirúrgica da classe do alinhamento coronal original do joelho foi identificada em estudos prévios como um fator significativamente negativo nos PROMs de doentes submetidos a ATJ.[11,30] Modificar o alinhamento mecânico varo ou valgo pré para pós-operatoriamente pode provocar um desequilíbrio nos tecidos moles, o que pode conduzir a instabilidade articular com decorrente dor e desconforto. Porém, no nosso estudo não houve diferenças estatísticas nos desfechos clínicos entre os doentes que mantiveram e os que sofreram alteração da sua classe de CPAK, de aHKA ou de JLO pré-cirúrgicas, indo os nossos resultados de encontro aos achados de outros autores.[5,22,31]

Em literatura pré-existente, um JLO ápex proximal pós-ATJ foi identificado como um fator preditivo negativo[11] e um JLO ápex distal pós-ATJ como preditivo positivo de desfechos clínicos funcionais[16]. Na nossa amostra, nenhum destes resultados ou influência da classe aHKA pós-ATJ

foi atestado. Paralelamente, não foi detetado um impacto significativo de nenhuma "alteração específica" da classe aHKA e JLO pré para pós-ATJ nos *outcomes* avaliados.

Posto isto, apesar da inequívoca variabilidade interindividual da JLO e da sua crescente valorização na comunidade científica, além do alinhamento coronal, no resultado funcional da ATJ,[32] persiste a dúvida acerca da sua real contribuição para o sucesso da artroplastia total do joelho com AM.

A título particular, um dos desfechos clínicos avaliados foi a satisfação, cuja associação com a alteração do tipo de CPAK havia sido avaliada por Agarwal *et al*.[33] Neste estudo, os achados foram semelhantes aos do já mencionado, que não encontrou uma relação significativa entre a alteração da classe CPAK e a satisfação dos doentes com a cirurgia. Podemos ainda constatar que, na presente investigação, a satisfação observada foi de 86,3%, enquadrando-se no panorama descrito por outros estudos, em que a satisfação reportada pelos doentes situou-se entre 80-90%.[34-36]

Destarte, os resultados figurados sugerem não haver diferenças nos *outcomes* clínicos de doentes submetidos a artroplastia total do joelho com alinhamento mecânico, em função do fenótipo CPAK pós-cirúrgico e da sua diferença relativamente ao fenótipo nativo.

A filosofia do alinhamento cinético tem vindo a ganhar popularidade nos últimos anos, partindo-se da premissa de que esta confere um superior desempenho biomecânico face à AM. Contudo, apesar de o equilíbrio entre tecidos-moles poder ser difícil de alcançar, têm vindo a ser relatados na literatura bons resultados clínicos de doentes submetidos a AM com libertação ligamentar sistematizada.[37-39]

Perante os nossos resultados, não se subentende um benefício do alinhamento cinético sobre o mecânico.

Ainda assim, releva salientarem-se as diversas limitações do presente estudo. A primeira e mais importante foi a não utilização de scores funcionais padronizados, como o *Knee Society Score* (KSS), o *Injury and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS), o *Oxford Knee Score* (OKS), o *Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index* (WOMAC) ou o *Forgotten Joint Score* (FJS-12) na avaliação dos *outcomes* clínicos.

Associadamente, o estudo foi limitado pela sua natureza retrospetiva, tendo dependido da informação constante dos registos clínicos, o que levou em certos casos à omissão de dados relevantes para o caso.

Contudo, a nossa investigação avaliou os desfechos clínicos em vários momentos de seguimento, transversais a todos os doentes, após ATJ, o que dificilmente seria conseguido com a aplicação de questionários, representando assim uma vantagem.

Terceiramente, o tamanho amostral reduzido, coligado com a distribuição desigual de joelhos pelos diferentes fenótipos, levou à parca representatividade de certos tipos CPAK, condicionando a análise e resultados estatísticos – *e.g.* não tendo sido possível a aplicação de regressões multivariadas. Posto isto, afiguram-se necessários estudos futuros, com maior número de casos, para mais robustas e detalhadas comparações entre classes.

Adicionalmente, é de notar que existem outros fatores possivelmente confundidores com influência nos *outcomes* clínicos, de entre eles se destacando a data de início e frequência de acompanhamento fisiátrico e fisioterapêutico.

No que toca à classificação CPAK, esta tem a limitação de não ter em consideração erosões e deformidades ósseas patentes em doentes com osteoartrose, o que pode acarretar imprecisões grosseiras na medição do aHKA.[33] Tal conduz a uma errada estimativa do ângulo mecânico coxofemorotibial (mHKA) pré-mórbido e, portanto, do alinhamento coronal nativo. Assim, a nem sempre fácil identificação de certos pontos de referência ósseos, pode ter tido um impacto nos resultados obtidos.

Numa mais profunda análise, poderá ser apontada como limitação deste estudo a realização de medições imagiológicas em radiografias – bidimensionais –, as quais são possivelmente menos precisas que as adquiridas tendo por base imagens tridimensionais, como a tomografia computorizada (CT).[40] Todavia, muitos autores reportaram resultados comparáveis entre radiografias do membro inferior completo e CT em decúbito dorsal.[41-43]

Por fim, o tempo de follow-up máximo avaliado foi de um ano, não permitindo retirar ilações relativas a desfechos clínicos a longo-prazo.

Neste sentido e em suma, o alargamento do tamanho amostral, com a aplicação de questionários validados em doentes com um maior período pós-operatório, permitiria uma avaliação mais fundamentada dos resultados e num mais alargado prazo.

Tabelas

Tabela I – Análise descritiva das características demográficas, medições dos ângulos mMPTA, mLDFA, aHKA, JLO e suas diferenças pré e pós-cirúrgicas, e *outcomes* clínicos avaliados.

Variáveis	Valor	Número de casos com dados disponíveis, n
Idade (anos)	70,7 ± 7,2	51
Sexo		51
Masculino	11 (21,6%)	
Feminino	40 (78,4%)	
IMC (kg/m^2)	30,1 ± 4,0	50
mMPTA (º)		
Pré-cirúrgico	87,5 (85,40-90,90)	51
Pós-cirúrgico	89,9 ± 2,3	51
mLDFA (º)		
Pré-cirúrgico	89,3 ± 3,2	51
Pós-cirúrgico	91,6 ± 2,8	51
aHKA (º)		
Pré-cirúrgico	-1,6 ± 5,6	51
Pós-cirúrgico	-2,0 (-4,6-0,3)	51
JLO (º)		
Pré-cirúrgico	177,4 (175,1-179,0)	51
Pós-cirúrgico	181,5 ± 3,6	51
△mMPTA (º)	1,7 (-1,6-4,6)	51
△mLDFA (º)	2,2 (-0,5-4,3)	51
△aHKA (º)	-0,1 ± 5,0	51
Varo pré-cirúrgico	2,6 (0,5-4,4)	25
Neutro pré-cirúrgico	-0,8 ± 3,2	15
Valgo pré-cirúrgico	-5,3 (-7,4--4,2)	12
△JLO (º)	4,4 ± 5,3	51
Ápex distal pré-cirúrgico	2,6 ± 8,1	5
Neutro pré-cirúrgico	3,2 ± 4,8	29
Ápex proximal pré-cirúrgico	7,2 ± 4,1	17
Dor aos 15 dias		51
Sem dor	22 (43,1%)	
Ligeira/esporádica	10 (19,6%)	
Controlada por analgesia	18 (35,3%)	
Refratária a analgesia	1 (2,0%)	
Dor aos 3 meses		51
Sem dor	23 (45,1%)	
Ligeira/esporádica	12 (23,5%)	
Controlada por analgesia	16 (31,4%)	
Refratária a analgesia	0 (0%)	
Dor aos 6 meses		51
Sem dor	31 (60,8%)	
Ligeira/esporádica	11 (21,6%)	
Controlada por analgesia	8 (15,7%)	

Refratária a analgesia	1 (2,0%)	
Dor aos 12 meses		51
Sem dor	38 (74,5%)	
Ligeira/esporádica	7 (13,7%)	
Controlada por analgesia	5 (9,8%)	
Refratária a analgesia	1 (1,6%)	
ROM aos 15 dias (º)	90 (90-95)	47
ROM aos 3 meses (º)	100 (95-110)	48
ROM aos 6 meses (º)	110 (100-110)	49
ROM aos 12 meses (º)	110 (100-114)	51
Internamento (dias)	4 (3-5)	51
AVDL		51
Sem afeção	43 (84,3%)	
Com afeção	8 (15,7%)	
Insatisfação		51
Satisfeito	44 (86,3%)	
Insatisfeito	7 (13,7%)	

aHKA, ângulo aritmético coxofemorotibial; AVDL, atividades de vida diária e lazer; JLO, obliquidade da linha articular; mLDFA, ângulo mecânico femoral distal lateral; mMPTA, ângulo tibial proximal medial; ROM, amplitude de movimento; △, diferença pré para pós-cirúrgica.

Tabela II – Distribuição fenotípica do CPAK pré-cirúrgico dos joelhos que atingiram o aHKA neutro pós-cirúrgico, com as respetivas frequências absolutas (n) e relativas (em percentagem)

		aHKA (mMPTA – mLDFA)			Totais
		< -2º (Varo)	-2 a 2º (Neutro)	> 2º (Valgo)	
JLO (mMPTA + mLDFA)	< 177º (Ápex distal)	3 (%)	3 (60,0%)	6 (85,7%)	12 (48,0%)
	177 a 180º (Neutro)	5 (50,0%)	3 (42,9%)	0 (0%)	8 (38,1%)
	> 183º (Ápex proximal)	0 (0%)	1 (33,3%)	1 (100%)	2 (40,0%)
	Totais	8 (33,3%)	7 (46,7%)	6 (50,0%)	22 (43,1%)

aHKA, ângulo aritmético coxofemorotibial; JLO, obliquidade da linha articular; mLDFA, ângulo mecânico femoral distal lateral; mMPTA, ângulo tibial proximal medial.

Tabela III – Distribuição fenotípica do CPAK pré-cirúrgico dos joelhos que atingiram o tipo V pós-cirúrgico, com as respetivas frequências absolutas (n) e relativas (em percentagem)

		aHKA (mMPTA – mLDFA)			Totais
		< -2º (Varo)	-2 a 2º (Neutro)	> 2º (Valgo)	
JLO (mMPTA + mLDFA)	< 177º (Ápex distal)	1 (7,7%)	3 (60,0%)	3 (42,9%)	7 (28,0%)
	177 a 180º (Neutro)	1 (10,0%)	3 (42,9%)	2 (50,0%)	6 (28,6%)
	> 183º (Ápex proximal)	0 (0%)	1 (33,3%)	1 (100%)	2 (40,0%)
	Totais	2 (8,3%)	7 (46,7%)	6 (50,0%)	15 (29,4%)

aHKA, ângulo aritmético coxofemorotibial; JLO, obliquidade da linha articular; mLDFA, ângulo mecânico femoral distal lateral; mMPTA, ângulo tibial proximal medial.

Tabela IV – Mudança da classificação aHKA e JLO após cirurgia dos joelhos, em função da classificação pré-cirúrgica, com respetivas frequências absolutas (n) e relativas (em percentagem)

Classe aHKA pré-cirúrgica	Classe aHKA pós-cirúrgica	Número de casos (n)	
		Classe restabelecida	Classe alterada
Varo	Varo	16 (31,4%)	
	Neutro		6 (11,8%)
Neutro	Varo		6 (11,8%)
	Neutro	7 (13,7%)	
	Valgo		2 (3,9%)
Valgo	Neutro		2 (3,9%)
	Valgo	2 (3,9%)	
Varo/Valgo	Valgo/Varo		3 (5,9%)
	Total	25 (49,0%)	26 (51,0%)

Classe JLO pré-cirúrgica	Classe JLO pós-cirúrgica	Número de casos (n)	
		Classe restabelecida	Classe alterada
Ápex distal	Ápex distal	4 (7,8%)	
	Neutro		14 (27,5%)
Neutro	Neutro	12 (23,5%)	
	Ápex distal		1 (2,0%)
	Ápex proximal		8 (15,7%)
Ápex proximal	Ápex proximal	2 (3,9%)	
	Neutro		3 (5,9%)
Ápex distal/proximal	Ápex proximal/distal		7 (%)
	Total	18 (35,3%)	33 (64,7%)

aHKA, ângulo aritmético coxofemorotibial; JLO, obliquidade da linha articular.

Figuras

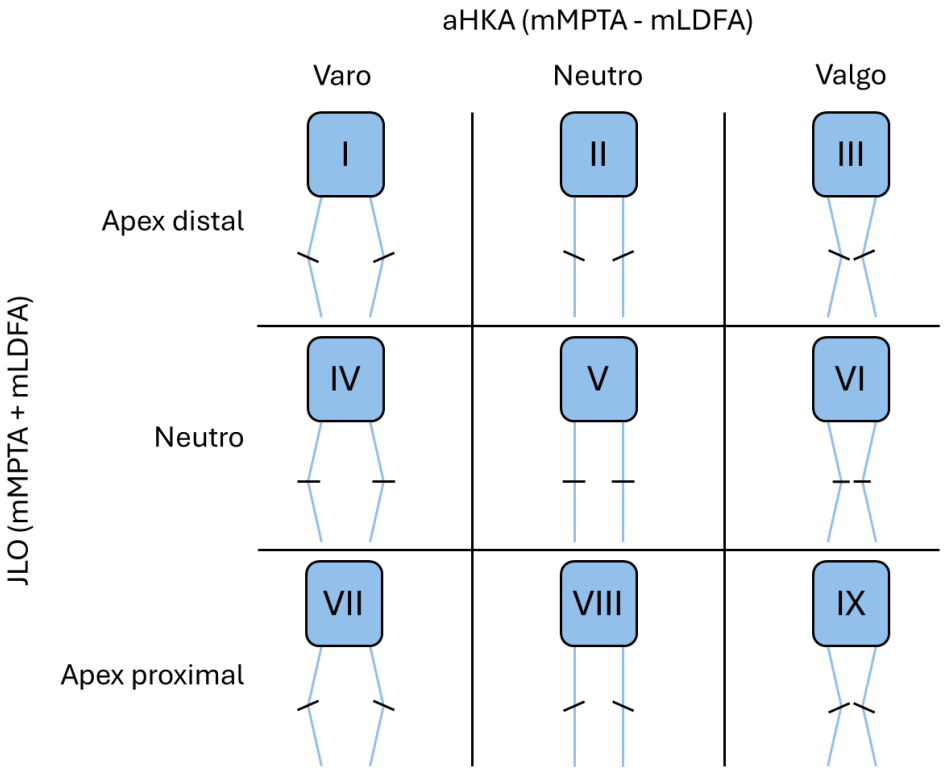


Figura 1 – Classificação do alinhamento do joelho no plano coronal (CPAK) segundo MacDessi *et al.*[1] Os joelhos são agrupados de acordo com o ângulo aritmético coxofemorotibial (aHKA), classificado como varo, neutro ou valgo, e de acordo com a obliquidade da linha articular (JLO), classificado como ápex distal, neutro ou ápex proximal. Os grupos fenotípicos encontram-se representados por números romanos (I–IX).

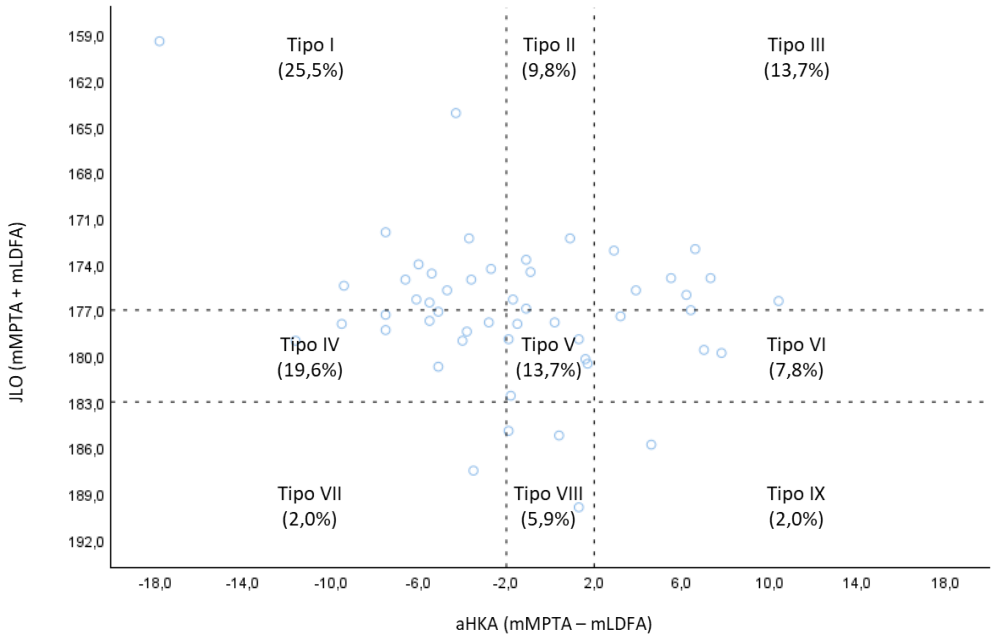


Figura 2 – Gráfico scatter-plot demonstrando a distribuição fenotípica dos joelhos pré-cirúrgicos, segundo a classificação CPAK

aHKA, ângulo aritmético coxofemorotibial; JLO, obliquidade da linha articular; mLDFA, ângulo mecânico femoral distal lateral; mMPTA, ângulo tibial proximal medial.

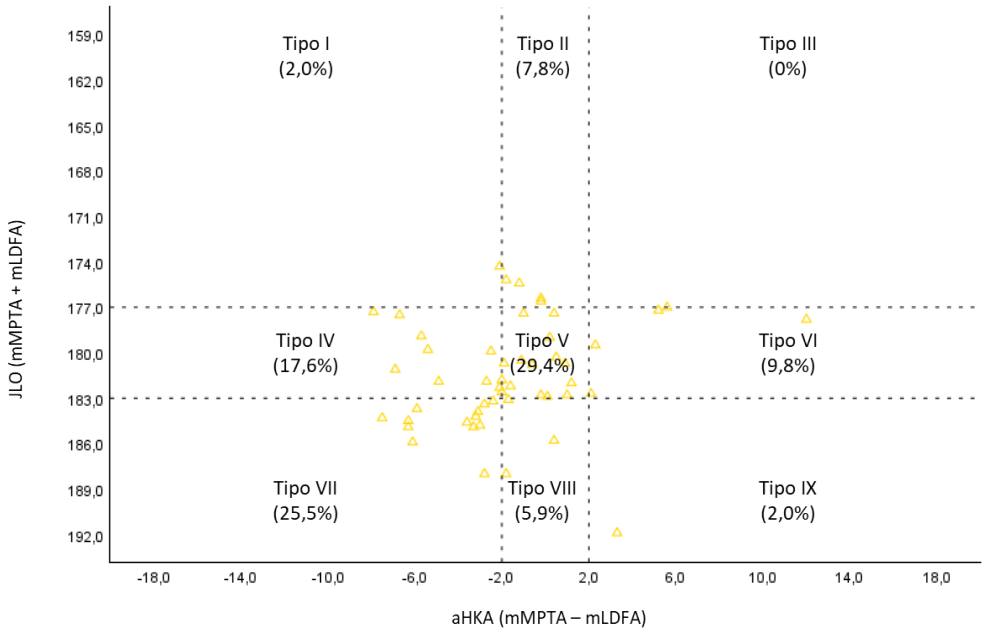


Figura 3 – Gráfico scatter-plot demonstrando a distribuição fenotípica dos joelhos pós-cirúrgicos, segundo a classificação CPAK

aHKA, ângulo aritmético coxofemorotibial; JLO, obliquidade da linha articular; mLDFA, ângulo mecânico femoral distal lateral; mMPTA, ângulo tibial proximal medial.

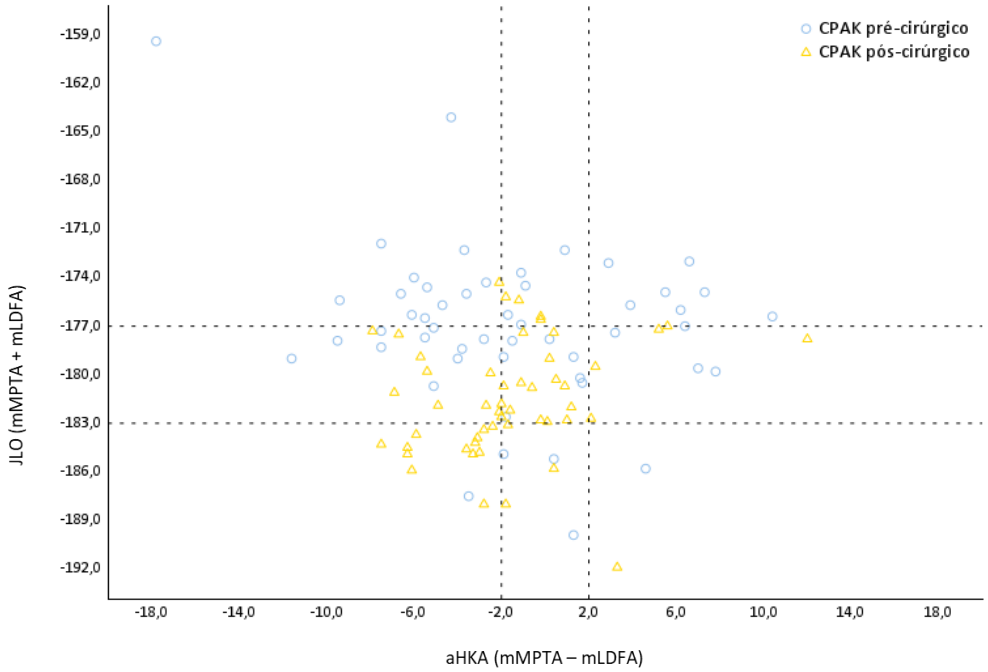


Figura 4 – Gráfico scatter-plot demonstrando a distribuição fenotípica sobreposta dos joelhos pré-cirúrgicos (círculos a azul) e pós-cirúrgicos (triângulos a amarelo), segundo a classificação CPAK

aHKA, ângulo aritmético coxofemorotibial; JLO, obliquidade da linha articular; mLDFA, ângulo mecânico femoral distal lateral; mMPTA, ângulo tibial proximal medial.

Referências

1. MacDessi SJ, Griffiths-Jones W, Harris IA, Bellemans J, Chen DB. Coronal Plane Alignment of the Knee (CPAK) classification: a new system for describing knee phenotypes. The Bone & Joint Journal 2021 Feb 1;103-B(2). DOI: 10.1302/0301-620X.103B2.BJJ-2020-1050.R1.
2. Eynon-Lewis NJ, Eynon-Lewis NJ, Ferry DK, Ferry D, Meic P, Pearse MF. Themistocles Gluck: an unrecognised genius. BMJ 1992. DOI: 10.1136/bmj.305.6868.1534.
3. Patel NG, Waterson HB, Phillips JRA, Toms AD. 50 years of total knee arthroplasty. Bone & Joint 360 2019/06/01;8(3). DOI: 10.1302/2048-0105.82.360688.
4. L S, CA P, NO S, G M. Patient Satisfaction, Functional Outcomes, and Implant Survivorship in Patients Undergoing Customized Cruciate-Retaining TKA - PubMed. JBJS reviews 09/09/2021;9(9). DOI: 10.2106/JBJS.RVW.20.00074.
5. LE S, M F, M B, et al. Individual Phenotype Does Not Impact the Outcome of Mechanical Aligned Total Knee Arthroplasties for Valgus Osteoarthritis - PubMed. Medicina (Kaunas, Lithuania) 10/18/2023;59(10). DOI: 10.3390/medicina59101852.
6. ME B, MA R, JB M, et al. Tibial component failure mechanisms in total knee arthroplasty - PubMed. Clinical orthopaedics and related research 2004 Nov;428(428). DOI: 10.1097/01.blo.0000148578.22729.0e.
7. WC L, YH K, HC C, SJ Y. The minimal clinically important difference for Knee Society Clinical Rating System after total knee arthroplasty for primary osteoarthritis - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2017 Nov;25(11). DOI: 10.1007/s00167-016-4208-9.
8. JTK W, ISL Z, T C, et al. Outcome of kinematic alignment using patient-specific instrumentation versus mechanical alignment in TKA: a meta-analysis and subgroup analysis of randomised trials - PubMed. Archives of orthopaedic and trauma surgery 2018 Sep;138(9). DOI: 10.1007/s00402-018-2988-8.
9. JT E, RW W, JP E, AW B, A S, MR W. How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up - PubMed. Lancet (London, England) 02/16/2019;393(10172). DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32531-5.
10. LE C, VA vdG, DB C, JA W, AD D, SJ M. How often do we alter constitutional limb alignment, joint line obliquity, and Coronal Plane Alignment of the Knee (CPAK) phenotype when performing mechanically aligned TKA? - PubMed. Bone & joint open 02/08/2024;5(2). DOI: 10.1302/2633-1462.52.BJO-2023-0122.
11. Konishi T, Hamai S, Tsushima H, et al. Pre- and postoperative Coronal Plane Alignment of the Knee classification and its impact on clinical outcomes in total knee arthroplasty. The bone & joint journal 2024. DOI: 10.1302/0301-620x.106b10.bjj-2023-1425.r1.
12. T K, CA PM, S L, JM V, MT H. Definitions and consequences of current alignment techniques and phenotypes in total knee arthroplasty (TKA) - there is no winner yet - PubMed. Journal of experimental orthopaedics 11/22/2023;10(1). DOI: 10.1186/s40634-023-00697-7.
13. Z L, CI E, CN K, YY L, DE P, TM W. Polyethylene Damage Increases With Varus Implant Alignment in Posterior-stabilized and Constrained Condylar Knee

Arthroplasty - PubMed. Clinical orthopaedics and related research 2017 Dec;475(12). DOI: 10.1007/s11999-017-5477-4.
14. V L, M S, MT H, H G. Independent of the preoperative coronal deformity, adjusted mechanical alignment leads in a high percentage to non-anatomical tibial and femoral bone cuts - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2023 Sep;31(9). DOI: 10.1007/s00167-023-07337-8.
15. J B, W C, H V, J V. The Chitranjan Ranawat award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus - PubMed. Clinical orthopaedics and related research 2012 Jan;470(1). DOI: 10.1007/s11999-011-1936-5.
16. W B, J C, F D, N H, C R, PA V. Kinematic alignment in total knee arthroplasty better reproduces normal gait than mechanical alignment - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2019 May;27(5). DOI: 10.1007/s00167-018-5174-1.
17. G M, A K, B K, F G, J G, C B. Kinematic component alignment in total knee arthroplasty leads to better restoration of natural tibiofemoral kinematics compared to mechanic alignment - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2019 May;27(5). DOI: 10.1007/s00167-018-5105-1.
18. Y N, T N, K N, S K, K H. Kinematically aligned total knee arthroplasty reduces knee adduction moment more than mechanically aligned total knee arthroplasty - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2018 Jun;26(6). DOI: 10.1007/s00167-017-4788-z.
19. W B, Y B, B P, MO K, PA V. Bone resection for mechanically aligned total knee arthroplasty creates frequent gap modifications and imbalances - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2020 May;28(5). DOI: 10.1007/s00167-019-05562-8.
20. SJ M, W G-J, DB C, et al. Restoring the constitutional alignment with a restrictive kinematic protocol improves quantitative soft-tissue balance in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial - PubMed. The bone & joint journal 2020 Jan;102-B(1). DOI: 10.1302/0301-620X.102B1.BJJ-2019-0674.R2.
21. DTS K, YL W, AKS Y, SJ Y. Kinematic aligned femoral rotation leads to greater patella tilt but similar clinical outcomes when compared to traditional femoral component rotation in total knee arthroplasty. A propensity score matched study - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2021 Apr;29(4). DOI: 10.1007/s00167-020-06081-7.
22. Elliot SM, Elliot S-M, Cécile B, et al. Mechanical alignment for primary TKA may change both knee phenotype and joint line obliquity without influencing clinical outcomes: a study comparing restored and unrestored joint line obliquity. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2021. DOI: 10.1007/s00167-021-06674-w.
23. BE L, MR D, M M, et al. Kinematic Alignment May Reduce Opioid Consumption and Length of Stay Compared to Mechanically Aligned Total Knee Arthroplasty - PubMed. Orthopaedic surgery 2023 Feb;15(2). DOI: 10.1111/os.13605.
24. E F, S C, G G, et al. Mechanically aligned total knee arthroplasty does not yield uniform outcomes across all coronal plane alignment of the knee (CPAK)

phenotypes - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2024 Dec;32(12). DOI: 10.1002/ksa.12349.
25. A M, R B, A S, M H. Valgus arthritic knees can be classified into nine phenotypes - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2022 Sep;30(9). DOI: 10.1007/s00167-021-06796-1.
26. D K, C K, I K, K D. Expanding Robotic Arm-Assisted Knee Surgery: The First Attempt to Use the System for Knee Revision Arthroplasty - PubMed. Case reports in orthopedics 02/12/2020;2020. DOI: 10.1155/2020/4806987.
27. SJ M, W G-J, IA H, J B, DB C. The arithmetic HKA (aHKA) predicts the constitutional alignment of the arthritic knee compared to the normal contralateral knee: a matched-pairs radiographic study - PubMed. Bone & joint open 11/02/2020;1(7). DOI: 10.1302/2633-1462.17.BJO-2020-0037.R1.
28. C G, N C, M B, et al. Patient sex and race are associated with differences in coronal plane alignment classification in native arthritic knees - PubMed. Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong) 2024 May-Aug;32(2). DOI: 10.1177/10225536241276887.
29. S T, Y O, H M, et al. Distribution of Coronal Plane Alignment of the Knee Classification in Patients with Knee Osteoarthritis in Japan - PubMed. The journal of knee surgery 2023 Jun;36(7). DOI: 10.1055/s-0042-1742645.
30. XF W, Y Y, D W, et al. Comparison of Outcomes After Total Knee Arthroplasty Involving Postoperative Neutral or Residual Mild Varus Alignment: A Systematic Review and Meta-analysis - PubMed. Orthopaedic surgery 2022 Feb;14(2). DOI: 10.1111/os.13155.
31. AO R, I J, J B, A S. Impact of changes in native coronal plane alignment of the knee (CPAK) on patient-reported outcome measures (PROMS). A bilateral single implant study - PubMed. Journal of orthopaedics 12/09/2024;65. DOI: 10.1016/j.jor.2024.12.002.
32. MT H, LB M, F A, H B, V L, S H. Functional knee phenotypes: a novel classification for phenotyping the coronal lower limb alignment based on the native alignment in young non-osteoarthritic patients - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2019 May;27(5). DOI: 10.1007/s00167-019-05509-z.
33. Agarwal S, Ayeni FE, Sorial R. Impact of change in coronal plane alignment of knee (CPAK) classification on outcomes of robotic-assisted TKA. Arthroplasty (London, England) 2024. DOI: 10.1186/s42836-024-00239-1.
34. N V, R K, T R, S W, M M-G, MP A. High Expectations Among Patients Who Have Undergone TKA Do Not Correlate With Satisfaction - PubMed. Clinical orthopaedics and related research 05/01/2024;482(5). DOI: 10.1097/CORR.0000000000003010.
35. RB B, BM C, AM D, NN M, KD C. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? - PubMed. Clinical orthopaedics and related research 2010 Jan;468(1). DOI: 10.1007/s11999-009-1119-9.
36. DF H, JV L, P G, et al. What determines patient satisfaction with surgery? A prospective cohort study of 4709 patients following total joint replacement - PubMed. BMJ open 04/09/2013;3(4). DOI: 10.1136/bmjopen-2012-002525.

37. AS R, CS R, M E, VJ R, R R, S B. Total knee arthroplasty for severe valgus deformity - PubMed. The Journal of bone and joint surgery American volume 2005 Sep;87 Suppl 1(Pt 2). DOI: 10.2106/JBJS.E.00308.
38. F B, L R, D AN, C E, M F. Total knee arthroplasty for valgus osteoarthritis: the results of a standardized soft-tissue release technique - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2016 Aug;24(8). DOI: 10.1007/s00167-016-4054-9.
39. Boyer P, Boublil D, Magrino B, Massin P, Huten D, Group TG. Total knee replacement in the fixed valgus deformity using a lateral approach: role of the automatic iliotibial band release for a successful balancing. International Orthopaedics 2008 Dec 9;33(6). DOI: 10.1007/s00264-008-0698-5.
40. MT H, S H, H B, F A, V L, LB M. Phenotyping of hip-knee-ankle angle in young non-osteoarthritic knees provides better understanding of native alignment variability - PubMed. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA 2019 May;27(5). DOI: 10.1007/s00167-019-05507-1.
41. B B, B K, MG S, P E, B J, NP K. Inter-observer reliability of measurements performed on digital long-leg standing radiographs and assessment of validity compared to 3D CT-scan - PubMed. The Knee 2016 Jan;23(1). DOI: 10.1016/j.knee.2015.08.008.
42. HO G, P W, M H, AJ P, JR R, JR M. Do long leg supine CT scanograms correlate with weight-bearing full-length radiographs to measure lower limb coronal alignment? - PubMed. The Knee 2014 Mar;21(2). DOI: 10.1016/j.knee.2013.05.009.
43. JY L, Q C, D F, CB R, AE P. Are advanced three-dimensional imaging studies always needed to measure the coronal knee alignment of the lower extremity? - PubMed. International orthopaedics 2017 May;41(5). DOI: 10.1007/s00264-016-3340-y.

INSTITUTO DE **CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR**

