

Nghiên cứu tổng quan luận điểm về kỹ thuật cân bằng phần mềm trong phẫu thuật thay khớp gối toàn phần

Nguyễn Mạnh Khánh¹, Trần Quốc Tuấn², Nguyễn Văn Học¹

1. Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức, 2. Trường Đại học Y Dược, Đại học Quốc gia Hà Nội

Địa chỉ liên hệ:

Trần Quốc Tuấn,
Trường Đại học Y Dược, Đại học
Quốc gia Hà Nội
144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: 0932 299 022
Email: tuantq.ump@vnu.edu.vn

Ngày nhận bài: 19/11/2025

Ngày chấp nhận đăng:

29/3/2026

Ngày xuất bản: 30/3/2026

Tóm tắt

Đặt vấn đề: Cân bằng phần mềm là một yếu tố quyết định sự thành công trong phẫu thuật thay khớp gối toàn phần. Kỹ thuật cân bằng khoảng (GB) và cắt xương độc lập (MR) là hai kỹ thuật phổ biến được sử dụng. Do đó, cần có một nghiên cứu tổng quan luận điểm đánh giá hai kỹ thuật để cung cấp bằng chứng thiết yếu trên lâm sàng.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện theo phương pháp tổng quan luận điểm, tuân thủ hướng dẫn PRISMA 2020. Tìm kiếm có hệ thống về kỹ thuật cân bằng phần mềm trong phẫu thuật thay khớp gối toàn phần từ các cơ sở dữ liệu điện tử Pubmed, Web of Science, ScienceDirect (từ 1/2005 đến 5/2025); sàng lọc nghiên cứu có 10 bài báo được lựa chọn vào nghiên cứu và tổng hợp kết quả.

Kết quả: Nghiên cứu tổng hợp từ 3 cơ sở dữ liệu chính Pubmed, Web of Science, ScienceDirect có 54 bài báo được xem xét toàn văn dựa trên các tiêu chí đưa vào và có 10 bài báo được lựa chọn vào nghiên cứu và phân tích.

Kết luận: Cả hai kỹ thuật cân bằng khoảng và cắt xương độc lập đều có kết quả lâm sàng khả quan. Tuy nhiên, kỹ thuật GB có xu hướng cho kết quả cân bằng phần mềm tốt hơn, giảm sai lệch trục chi và cải thiện biên độ gấp duỗi.

Từ khóa: Cân bằng phần mềm, cân bằng khoảng, cắt xương độc lập, phẫu thuật khớp gối toàn phần.

A scoping review of the theory on soft-tissue balancing techniques in total knee arthroplasty

Nguyen Manh Khanh¹, Tran Quoc Tuan², Nguyen Van Hoc¹

1. Viet Duc University Hospital, 2. University of Medicine and Pharmacy, Vietnam National University Hanoi

Abstract

Introduction: Soft tissue balancing is a crucial factor determining the success in total knee arthroplasty. Gap balancing (GB) and measured resection (MR) are the two commonly used techniques. Therefore, a scoping review is needed to evaluate these two techniques and provide essential clinical evidence.

Patients and Methods: The study was conducted as a systematic review in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. A comprehensive search of soft tissue balancing techniques in total knee arthroplasty was performed using the PubMed, Web of Science, and ScienceDirect databases (from January 2005 to May 2025). After the screening process, 10 studies were selected for inclusion and synthesis.

Results: From the three main databases (PubMed, Web of Science, and ScienceDirect), 54 full-text articles were reviewed, and 10 studies were finally included in the systematic and analysis.

Conclusion: Both the GB and MR techniques provided favorable clinical outcomes. However, the GB technique tended to achieve superior soft tissue balance, reduce limb alignment deviation, and enhance joint stability in flexion.

Keywords: Soft tissue balance, gap balancing, measured resection, total knee arthroplasty TKA

Đặt vấn đề

Phẫu thuật thay khớp gối toàn phần là phương pháp điều trị hiệu quả cho các trường hợp tổn thương khớp gối nặng do thoái hóa, viêm khớp dạng thấp, hoặc chấn thương sau gãy xương. Để phục hồi chức năng vận động, giảm đau và cải thiện trục chi, phẫu thuật viên cần đảm bảo phục hồi đúng cấu trúc xương và sự cân bằng phần mềm quanh khớp gối nhằm duy trì chuyển động hài hòa và ổn định giữa các thành phần của khớp nhân tạo. Trong đó,

cân bằng phần mềm là yếu tố quan trọng quyết định kết quả lâm sàng trong phẫu thuật thay khớp gối toàn phần [1]. Hai kỹ thuật kinh điển nhằm đạt cân bằng này là kỹ thuật cắt xương độc lập (MR) và cân bằng khoảng (GB) được áp dụng phổ biến nhưng vẫn còn nhiều tranh luận về hiệu quả tối ưu trong việc tái tạo khớp gối và bảo tồn cấu trúc giải phẫu khớp gối tự nhiên [2]. Kỹ thuật MR ưu tiên cắt xương theo mốc giải phẫu trước, sau đó điều chỉnh phần mềm; trong khi đó, GB thực hiện cắt

xương dựa trên độ căng của dây chằng nhằm tạo cân bằng khe khớp trước khi định vị implant. Mỗi kỹ thuật có ưu điểm và hạn chế riêng [2]. Vì vậy, việc tổng quan hệ thống các nghiên cứu so sánh các kỹ thuật cân bằng phần mềm là cần thiết để đánh giá khách quan hiệu quả, độ an toàn và tính ứng dụng của từng phương pháp trong phẫu thuật thay khớp gối toàn phần.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Các bài báo, luận văn trên trang cơ sở dữ liệu Pubmed, Web of Science, ScienceDirect từ năm 2005-2025 không giới hạn địa điểm nghiên cứu.

Tiêu chuẩn lựa chọn: Các bài báo thử nghiệm đối chứng ngẫu nhiên, nghiên cứu thuần tập, nghiên cứu lâm sàng theo tiêu chí PICO: (1) Đối tượng (Population) Người bệnh trên 18 tuổi đã thay khớp gối toàn phần; (2) Phương pháp can thiệp (Intervention và Comparison) Sử dụng các kỹ thuật cân bằng phần mềm trong phẫu thuật bao gồm: GB và MR; (3) Kết quả (Outcome) Điểm chức năng khớp gối KSS (Knee Society Score), WOMAC, OKS; biên độ gập dãn ROM (range of motion), mức độ cân bằng áp lực giữa các khoang khớp gối và trục cơ học khớp gối trên X-quang, tỷ lệ tái phẫu thuật

Tiêu chuẩn loại trừ: Các bài báo nghiên cứu trình bày tại hội nghị, hội thảo, các bài ca báo cáo, các bài không nêu rõ phương pháp điều trị, các nghiên cứu thử nghiệm trên động vật, nghiên cứu có thời gian theo dõi dưới 1 năm; các bài nghiên cứu trên đối tượng thay khớp gối bán phần, các bài báo không có bài toàn văn, không có dữ liệu lâm sàng hoặc không công bố toàn văn bằng tiếng Anh.

Phương pháp nghiên cứu:

Thiết kế nghiên cứu: Tổng quan luận điểm tổng hợp định tính theo hướng dẫn PRISMA 2020 [4].

Đánh giá nguy cơ sai lệch bằng công cụ: RoB

2 (Cochrane risk of bias) với nghiên cứu RCTs và thang điểm NOS (Newcastle-Ottawa scale) với nghiên cứu quan sát.

Thời gian: Từ tháng 01/2005 đến tháng 05/2025

Quy trình nghiên cứu:

Cơ sở dữ liệu

Các bài báo gốc có mô tả kết quả lâm sàng so sánh giữa kỹ thuật GB và MR trên người bệnh phẫu thuật thay khớp gối toàn phần trong cơ sở dữ liệu Pubmed, Web of Science, ScienceDirect, giới hạn thời gian công bố từ tháng 01/2005 đến tháng 05/2025 đảm bảo những cập nhật y khoa.

Các bước tìm kiếm tài liệu

Bước 1: Xác định câu hỏi nghiên cứu: So sánh các phương pháp cân bằng phần mềm về điểm chức năng khớp gối KSS (Knee Society Score), WOMAC, OKS; biên độ gập dãn ROM (range of motion), mức độ cân bằng áp lực giữa các khoang khớp gối và trục cơ học khớp gối trên X-quang, tỷ lệ tái phẫu thuật.

Bước 2: Xây dựng tiêu chuẩn lựa chọn/ loại trừ đối tượng.

Bước 3: Phương pháp, chiến lược tìm kiếm và nguồn dữ liệu: Tìm kiếm được thực hiện trên các cơ sở dữ liệu Pubmed, Web of Science, ScienceDirect cho giai đoạn từ 01/2005 đến 05/2025, với các từ khóa tìm kiếm: “total knee arthroplasty” OR “TKA” OR “soft tissue balance” AND “gap balancing” AND “measured resection”

Bước 4: Sàng lọc tiêu đề, tóm tắt và sàng lọc toàn văn

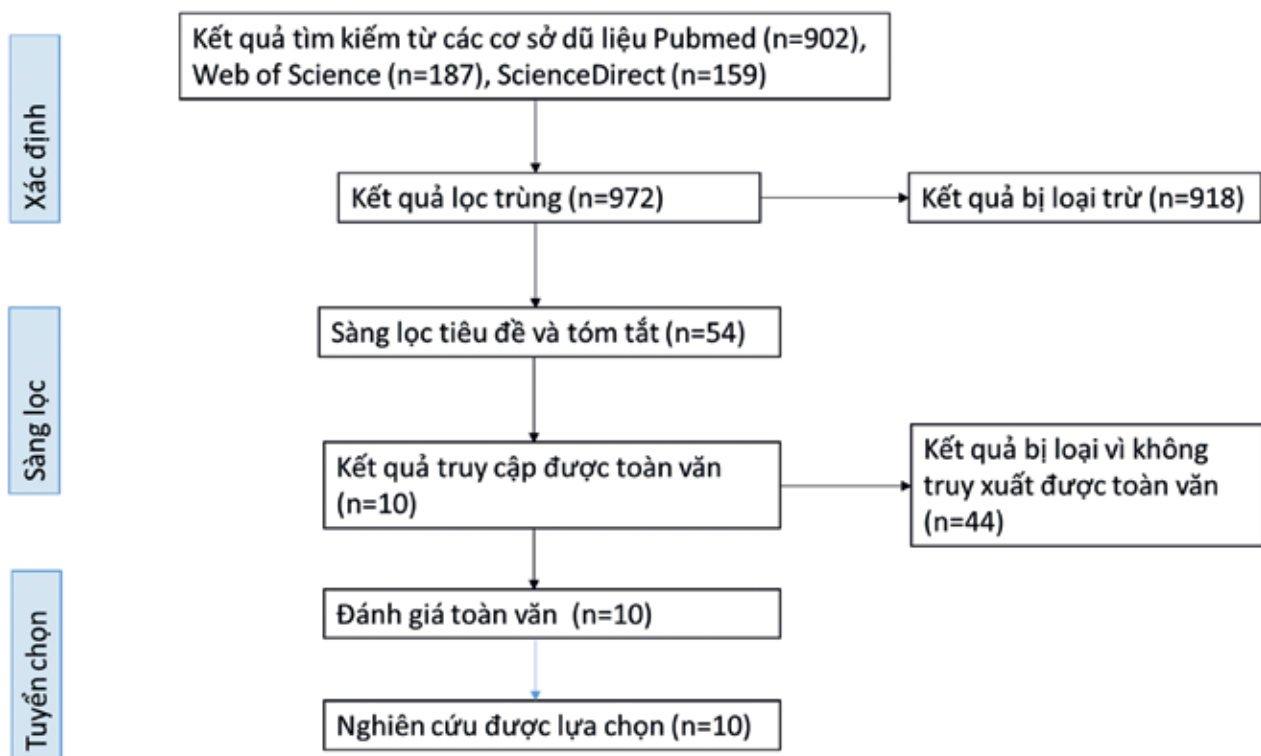
Bước 5: Trích xuất dữ liệu: Các nghiên cứu được trích xuất độc lập đủ điều kiện vào một file Excel. Các thông tin trích xuất bao gồm tiêu đề, tác giả, năm xuất bản, tạp chí, thiết kế nghiên cứu, đối tượng và cỡ mẫu, kết quả. Các kết quả được tổng hợp định tính; xử lý và phân tích số liệu bằng phần mềm Comprehensive meta analysis V2.

Kết quả nghiên cứu

Kết quả tìm kiếm và trích xuất dữ liệu

Với tổng 1248 bài báo được xác định thông qua tìm kiếm có hệ thống từ ba nguồn chính trên Pubmed, Web of Science, ScienceDirect từ năm 2005-2025. Sau khi loại bỏ các bản ghi trùng lặp, có 972 bài báo còn lại được đưa vào giai đoạn sàng

lọc tiêu đề và tóm tắt. Trong bước này, 918 bài báo không đáp ứng được tiêu chí lựa chọn đã bị loại, còn lại 54 bài tiếp tục được đánh giá toàn văn. Trong số đó, 44 bài không truy xuất toàn văn, không truy cập được hoặc không phù hợp về nội dung. Cuối cùng, 10 nghiên cứu đáp ứng đầy đủ tiêu chí đưa vào lựa chọn để tổng hợp trong bài tổng quan hệ thống này.



Sơ đồ 1: Sơ đồ tìm kiếm và tuyển chọn nghiên cứu

Đặc điểm chung của các nghiên cứu

Tổng cộng có 1015 người trưởng thành (cả nam và nữ) tham gia vào 10 nghiên cứu được thực hiện tại các bệnh viện và trung tâm nghiên cứu đa quốc gia. Bảng 1 trình bày đặc điểm chi tiết các nghiên cứu gốc, bao gồm thiết kế nghiên cứu thuần tập, thử

nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên có đối chứng. Đặc điểm chung của các nghiên cứu là tuổi trung bình ở nhóm người cao tuổi (50-65 tuổi), nữ giới chiếm nhiều hơn nam giới, thời gian theo dõi trung bình từ 3-36 tháng. Trong các nghiên cứu, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tuổi, giới giữa các nhóm đối chứng.

Tóm tắt kết quả lâm sàng của kỹ thuật cân bằng phần mềm

Bảng 1: Kết quả chức năng khớp gối sau phẫu thuật

Tác giả, năm	Kỹ thuật	Biên độ vận động ROM (°)	Điểm chức năng khớp gối		
			KSS	OKS	WOMAC
Douglas A Dennis và cs 2009 [5]	GB	119 ± 10	175 ± 10	-	-
	MR	117 ± 11	172 ± 9	-	-
Lee và cs. 2010 [6]	GB	110 ± 9	47–48 (ns)	-	-
	MR	109 ± 10		-	-
Pang và cs. 2011 [7]	GB	124 ± 10	178 ± 12	42 ± 5	12 ± 4
	MR	118 ± 9	171 ± 15	39 ± 4	16 ± 5
Sabbioni và cs. 2011 [8]	GB	Không khác biệt	Không khác biệt	-	-
	MR				
Nikolaides và cs. 2014 [9]	GB	-	Không khác biệt	-	-
	MR				
Babazadeh và cs. 2014 [10]	GB	Không khác biệt	Không khác biệt	-	-
	MR				
Churchill, MD và cs. 2018 [11]	GB	123 ± 11	177 ± 11	41 ± 6	-
	MR	123 ± 10	176 ± 12	40 ± 5	
Tapasvi SR, 2020 [12]	GB	Không khác biệt	Không khác biệt	43 ± 3	-
	MR			40 ± 4	
Qingfang Xiao và cs. 2021 [13]	GB	109,5 ± 6,3	86,1 ± 1,7	-	10,7 ± 1,3
	MR	103,7 ± 3,3	82,9 ± 1,5		12,1 ± 1,0
Ye Zhang và cs. 2021 [14]	GB	49,3 ± 5,2	-	-	18 ± 4
	MR	46,0 ± 8,2			19 ± 5

Nhận xét: Kết quả tổng hợp cho thấy có 4 nghiên cứu chỉ ra không có sự khác biệt về biên độ gấp duỗi, điểm KSS, OKS, WOMAC. Có 6 nghiên cứu thử nghiệm lâm sàng và thuần tập cho kết quả biên độ vận động khớp gối sau phẫu thuật của kỹ thuật GB cao hơn kỹ thuật MR (Bảng 2). Các nghiên cứu chỉ ra điểm KSS ở nhóm GB cao hơn nhóm MR (4/10 nghiên cứu); điểm OKS cao hơn ở nhóm GB (3/10 nghiên cứu); điểm WOMAC thấp hơn ở nhóm GB (3/10 nghiên cứu).

Độ lệch trục cơ học sau phẫu thuật

Bảng 2: So sánh trục cơ học của hai kỹ thuật cân bằng phần mềm

Tác giả, năm	Kỹ thuật	Lệch trục cơ học		
		mFTA (°)	Sai lệch >3° (%)	p
Douglas A Dennis và cs 2009 [5]	GB	1,3 ± 2,2	10	-
	MR	1,6 ± 2,5	15	-
Lee và cs. 2010 [6]	GB	1,4 ± 2,3	9	-
	MR	1,7 ± 2,1	12	-
Pang và cs. 2011 [7]	GB	0,8 ± 1,6	8	<0,05
	MR	1,5 ± 2,0	19	
Sabbioni và cs. 2011 [8]	GB	1,0 ± 1,2	7	-
	MR	1,4 ± 1,5	10	
Nikolaides và cs. 2014 [9]	GB	0,6 ± 2,1	10	<0,05
	MR	1,8 ± 2,6	23	
Babazadeh và cs. 2014 [10]	GB	0,9 ± 2,0	11	-
	MR	1,2 ± 2,1	14	
Churchill, MD và cs. 2018 [11]	GB	1,5 ± 2,4	12	-
	MR	1,7 ± 2,5	14	
Tapasvi SR, 2020 [12]	GB	0,7 ± 1,9	9	-
	MR	1,1 ± 2,2	12	
Qingfang Xiao và cs. 2021 [13]	GB	0,6 ± 1,2	6,3	p < 0,01
	MR	1,5 ± 1,8	20,8	
Ye Zhang và cs. 2021 [14]	GB	0,9 ± 1,7	-	-
	MR	0,3 ± 1,8	-	

Nhận xét: Tổng hợp các nghiên cứu cho thấy cả hai kỹ thuật đều đạt được trục cơ học gần về bình thường sau phẫu thuật. Trong đó, kỹ thuật GB có độ lệch trục cơ học và tỷ lệ trường hợp sai lệch > 3° thấp hơn so với kỹ thuật MR (Bảng 3). Một số phân tích đều chỉ ra kỹ thuật GB có xu hướng tạo sự cân bằng và căn chỉnh trục chỉ chính xác hơn so với kỹ thuật MR có ý nghĩa thống kê (3/10 nghiên cứu).

Bảng 3: So sánh kết quả lâm sàng của hai kỹ thuật cân bằng phần mềm sau theo dõi

Chỉ số	Số lượng nghiên cứu	GB	MR	WMD (95% CI)	p
ROM sau mổ (°)	4	117–125	110–120	1,89 (1,35-3,56)	p < 0,05
KSS	3	175–186	170–179	2,56 (1,17-5,11)	p < 0,05
OKS	2	41–43	39–41	2,34 (1,13-5,23)	p < 0,05
WOMAC	2	10–13	12–17	0,78 (0,12-0,89)	p < 0,05
Độ lệch trục cơ học (°)	10	0,9 ± 1,8	1,4 ± 2,0	0,72 (0,15-1,84)	p < 0,05
Sai lệch >3° (%)	10	8,3%	14,5%	0,52 (0,35-0,73)	p>0,05
Thời gian phẫu thuật (phút)	2	75–80	80–86	0,89 (0,25-2,58)	P<0,05
Tái phẫu thuật (%)	10	0–2	0–3	0,79 (0,17-1,34)	p>0,05
Biến chứng (%)	10	3–6	8–18	0,51 (0,30-0,71)	p>0,05

Nhận xét: Phân tích tổng hợp các nghiên cứu cho thấy cả hai kỹ thuật GB và MR đều đem lại kết quả lâm sàng tốt, tuy nhiên kỹ thuật GB có xu hướng cải thiện hơn so với MR về biên độ gấp duỗi, điểm chức năng KSS, OKS, WOMAC phản ánh sự cải thiện về chức năng khớp và mức độ đau; thời gian mổ ngắn hơn trung bình 5-7 phút và tỉ lệ biến chứng thấp hơn rõ rệt với những trường hợp biến dạng khớp gối nặng, có ý nghĩa thống kê (Bảng 3).

Bàn luận

Cân bằng phần mềm đóng vai trò then chốt trong việc duy trì khoảng cách giữa lõi cầu đùi và mâm chày nhân tạo trong suốt chu kỳ vận động gấp – duỗi. Nếu khoảng cách này mất cân đối, người bệnh có thể gặp đau, mất vững khớp, hoặc giảm biên độ vận động sau mổ. Kết quả tổng quan cho thấy kỹ thuật cân bằng khoảng cách (GB) hay cắt xương độc lập (MR) đều cho kết quả lâm sàng khả quan sau phẫu thuật thay khớp gối toàn phần. Về biên độ vận

động sau mổ, nhiều nghiên cứu ghi nhận nhóm GB đạt kết quả cao hơn có ý nghĩa thống kê. Pang và cs. (2011) tại Singapore [6] cho thấy ROM trung bình nhóm GB đạt $124^{\circ} \pm 10^{\circ}$, cao hơn đáng kể so với $118^{\circ} \pm 9^{\circ}$ ở nhóm MR (p < 0,05). Kết quả tương tự được báo cáo bởi Xiao và cs. (2021) tại Trung Quốc [12] với ROM trung bình $109,5^{\circ}$ so với $103,7^{\circ}$ (p < 0,01). Kết quả tổng hợp của chúng tôi tương đồng với một số báo cáo tổng quan hệ thống tác giả Huang (2017) tại Trung Quốc [14] phân tích cho

thấy khoảng cách gấp/đuỗi của nhóm sử dụng kỹ thuật GB cao hơn nhóm MR có ý nghĩa thống kê với $I^2 = 96\%$, $p < 0,05$; WMD (95%CI) = 0,30 (-0,61 đến 1,21), 0,00 (-0,73 đến 0,73). Sự cải thiện này có thể lý giải do kỹ thuật GB cho phép điều chỉnh độ căng dây chằng ở cả tư thế gấp và duỗi sớm, giúp khớp nhân tạo vận động hài hòa và ổn định hơn trong suốt chu trình chuyển động.

Về điểm chức năng, Pang và cs. (2011, Singapore)[6] ghi nhận KSS trung bình cao hơn 7 điểm và WOMAC thấp hơn 4 điểm ở nhóm GB so với MR. Trong nghiên cứu của Xiao và cs. (2021, Trung Quốc) [12], sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về cả KSS (86,1 so với 82,9) và OKS (43 so với 40), phản ánh hiệu quả của cân bằng phần mềm trong tối ưu chức năng khớp gối. Phân tích tổng hợp cho thấy kỹ thuật GB vượt trội hơn MR về điểm KSS (cao hơn 2,56 điểm, $p < 0,05$). Kết quả của chúng tôi cũng tương đồng với một nghiên cứu tổng quan hệ thống của tác giả Qiang He (2020, Trung Quốc) [15] cho thấy điểm KSS và OKS của kỹ thuật GB cao hơn so với MR có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, các nghiên cứu như Babazadeh và cs. (2014, Úc) [9] và Churchill và cs. (2018, Mỹ) [10] không tìm thấy khác biệt có ý nghĩa, cho thấy rằng khi kỹ thuật MR được thực hiện chính xác, phẫu thuật viên có kinh nghiệm cao, kết quả lâm sàng vẫn có thể tương đương. Về mặt sinh cơ học, sai lệch trục cơ học dưới 3° thường được xem là nằm trong “vùng an toàn”, ít ảnh hưởng đến phân bố tải trọng và tuổi thọ implant. Do đó, sự khác biệt $1-2^\circ$ giữa các kỹ thuật có thể không đủ lớn để gây thay đổi đáng kể về chức năng hoặc kết cục lâu dài. Mặc dù một số nghiên cứu ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về trục cơ học (khoảng $1-2^\circ$) hoặc điểm chức năng khớp gối (KSS) thay đổi nhỏ ($1-5$ điểm) có thể đạt ý nghĩa thống kê trong các nghiên cứu có cỡ mẫu lớn, nhưng chưa chắc đạt ngưỡng thay đổi có ý nghĩa lâm sàng tối dẫn đến người bệnh khó có được cảm nhận rõ ràng. Những kết quả này cho thấy việc đánh giá hiệu quả của các kỹ thuật cân bằng mô mềm không chỉ dựa vào các khác biệt nhỏ về mặt số liệu, mà cần xem xét ý nghĩa lâm sàng thực sự đối với người bệnh.

Thời gian phẫu thuật nhìn chung tương đương giữa hai nhóm, mặc dù một số nghiên cứu (Tapasvi 2020 tại Ấn Độ [11]; Xiao 2021 tại Trung Quốc [12]) ghi nhận GB có thể rút ngắn thời gian mổ $5-7$ phút nhờ giảm số lần điều chỉnh cắt xương. Điều này cho thấy rằng, với kinh nghiệm phẫu thuật viên đầy đủ, kỹ thuật GB không làm tăng độ phức tạp hay kéo dài cuộc mổ như quan ngại trước đây. Tỷ lệ biến chứng và tái phẫu thuật trong cả hai nhóm đều thấp, chứng minh tính an toàn của hai kỹ thuật. Tuy nhiên, nhóm GB thường có tỷ lệ biến chứng thấp hơn rõ rệt ($3-6\%$ so với $8-18\%$), đặc biệt trong các biến chứng như đau vùng trước xương bánh chè (Pang 2011 [6]; Xiao 2021 [12]). Kết quả này cho thấy sự cân bằng phần mềm tốt hơn có thể góp phần giảm đau và cải thiện độ ổn định khớp sau mổ. Tuy nhiên, sự khác biệt tuyệt đối giữa hai kỹ thuật là nhỏ và chưa chắc mang ý nghĩa lâm sàng dài hạn. Trong các trường hợp sử dụng hệ thống định vị hoặc robot hỗ trợ, không có sự khác biệt kết quả giữa hai kỹ thuật này (Lee 2010, Hàn Quốc [5]; Tapasvi 2020, Ấn Độ [11]), cho thấy vai trò quan trọng của công nghệ và kinh nghiệm phẫu thuật viên.

Kết quả tổng hợp từ mười nghiên cứu cho thấy mối tương quan chặt chẽ giữa độ chính xác của trục cơ học và kết quả lâm sàng sau phẫu thuật thay khớp gối toàn phần (TKA). Nhìn chung, người bệnh đạt được sự căn chỉnh trục chi gần ($0^\circ \pm 3^\circ$) có xu hướng đạt điểm KSS, OKS và WOMAC cao hơn, cùng với biên độ gấp duỗi lớn hơn và tỷ lệ biến chứng thấp hơn.

Một số nghiên cứu đã chỉ ra kỹ thuật GB có thể đem lại ưu thế trong một số trường hợp giải phẫu phức tạp hoặc biến dạng nặng như: biến dạng vẹo trong hay vẹo ngoài nặng, co rút gấp gối thời gian dài, lỏng dây chằng hoặc mất ổn định khớp gối nhờ lợi thế cho phép điều chỉnh trực tiếp độ căng của phần mềm thông qua việc tạo cân bằng khe khớp trong ở tư thế duỗi và gấp; cho phép phẫu thuật viên đánh giá và điều chỉnh đồng thời cả khe duỗi và khe gấp. Các nghiên cứu sử dụng kỹ thuật GB vốn dựa trên việc điều chỉnh độ căng dây chằng để đạt sự cân bằng phần mềm trong cả tư thế gấp và duỗi

cho thấy độ lệch cơ học trung bình thấp hơn so với nhóm MR với độ lệch trục cơ học trung bình của nhóm GB là $0,9^\circ \pm 1,8^\circ$, trong khi nhóm MR là $1,4^\circ \pm 2,0^\circ$, và tỷ lệ lệch trục $>3^\circ$ thấp hơn gần một nửa (8,3% so với 14,5%). Các kết quả này được ghi nhận rõ rệt trong các nghiên cứu của Pang và cs. (2011) [6], Nikolaidis và cs. (2014, Hy Lạp) [8] và Xiao và cs. (2021) [12], người bệnh đạt sự căn chỉnh trục chi chính xác hơn cũng có điểm KSS và WOMAC cải thiện hơn có ý nghĩa thống kê. Mặc dù các nghiên cứu khác như Babazadeh và cs. (2014, Úc) [9] và Churchill và cs. (2018, Mỹ) [10] không cho thấy khác biệt đáng kể về điểm chức năng, nhưng đều ghi nhận khuynh hướng tích cực ở nhóm GB. Sự khác biệt này có thể phản ánh rằng sự cân bằng trục cơ học không chỉ phụ thuộc vào mốc xương mà còn chịu ảnh hưởng lớn của độ căng cơ, gân và khả năng điều chỉnh dây chằng trong quá trình phẫu thuật. Khi kỹ thuật MR được hỗ trợ bằng cảm biến hoặc robot, sai số lệch độ trục chi giảm đáng kể và kết quả giữa hai kỹ thuật trở nên tương đồng (Lee (2010) [5]; Tapasvi (2020) [11]). Do đó, GB là kỹ thuật hiệu quả, an toàn và giúp cải thiện kết quả chức năng sớm, đặc biệt trong các trường hợp biến dạng khớp phức tạp. Tuy nhiên, vẫn cần thêm các nghiên cứu ngẫu nhiên có đối chứng, theo dõi dài hạn và thiết kế chuẩn hóa để xác định giá trị ưu thế thực sự của kỹ thuật này về độ bền của khớp nhân tạo và sự hài lòng lâu dài của người bệnh. Nghiên cứu của chúng tôi còn hạn chế chủ yếu liệt kê con số kết quả so sánh từ các tác giả khác; hạn chế về số lượng nghiên cứu được đưa vào phân tích và sự không đồng nhất trong thiết kế, cỡ mẫu, thời gian theo dõi và chưa kiểm soát đầy đủ các yếu tố nhiễu (kinh nghiệm của phẫu thuật viên, loại implant,...) có thể ảnh hưởng tới độ tin cậy.

Kết luận

Kỹ thuật cân bằng khoảng cách có xu hướng vượt trội hơn kỹ thuật cắt xương độc lập về biên độ vận động, điểm chức năng (KSS, OKS, WOMAC) và tỷ lệ biến chứng thấp hơn, trong khi thời gian phẫu thuật và tỷ lệ tái phẫu thuật tương đương giữa hai nhóm.

Cam đoan

Tác giả cam đoan các tài liệu phân tích trong bài báo này có nguồn gốc rõ ràng, kết quả phân tích khách quan và chưa được công bố trong công trình khác. Các tác giả không có bất cứ xung đột lợi ích nào từ bản thảo xuất bản.

Tài liệu tham khảo

1. Meloni, M.C., et al., Soft tissue balancing in total knee arthroplasty. *Joints*, 2014. 2(1): p. 37-40,
2. Daines, B.K. and D.A. Dennis, Gap balancing vs. measured resection technique in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Surg*, 2014. 6(1): p. 1-8.10.4055/cios.2014.6.1.1
3. Tsai, H.K., et al., A new gap balancing technique with functional alignment in total knee arthroplasty using the MAKO robotic arm system: a preliminary study. *BMC Surg*, 2024. 24(1): p. 232.10.1186/s12893-024-02524-x
4. Dennis, D.A., et al., Gap balancing versus measured resection technique for total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 2010. 468(1): p. 102-7.10.1007/s11999-009-1112-3
5. Lee, D.H., et al., Accuracy of soft tissue balancing in TKA: comparison between navigation-assisted gap balancing and conventional measured resection. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2010. 18(3): p. 381-7.10.1007/s00167-009-0983-x
6. Pang, H.N., et al., Computer-assisted gap balancing technique improves outcome in total knee arthroplasty, compared with conventional measured resection technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011. 19(9): p. 1496-503.10.1007/s00167-011-1483-3
7. Sabbioni, G., et al., Gap balancing versus measured resection technique using a mobile-bearing prosthesis in computer-assisted surgery. *Musculoskelet Surg*, 2011. 95(1): p. 25-30.10.1007/s12306-011-0110-2
8. Nikolaidis, A.P., et al., Measured resection versus gap balancing technique for femoral rotational alignment: a prospective study. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2014. 22(2): p. 158-62.10.1177/230949901402200208
9. Babazadeh, S., et al., Gap balancing sacrifices joint-line maintenance to improve gap symmetry: a randomized controlled trial comparing gap balancing and measured resection. *J Arthroplasty*, 2014. 29(5): p. 950-4.10.1016/j.arth.2013.09.036
10. Churchill, J.L., et al., Gap-Balancing versus Measured Resection Technique in Total Knee Arthroplasty: A Comparison Study. *J Knee Surg*, 2018. 31(1): p. 13-

- 16.10.1055/s-0037-1608820
11. Tapasvi, S.R., et al., Comparison of Gap Balancing vs Measured Resection Technique in Patients Undergoing Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasty: One Technique per Knee. J Arthroplasty, 2020. 35(3): p. 732-740.10.1016/j.arth.2019.10.002
12. Xiao, Q., B. Liu, and B. Zhao, Gap balancing improve squat function and knee function: a randomized controlled trial comparing gap balancing and measured resection. J Orthop Surg Res, 2021. 16(1): p. 242.10.1186/s13018-021-02367-9
13. Zhang, Y., et al., Comparison of outcomes between gap balancing and measured resection techniques for total knee arthroplasty: A prospective, randomized, controlled trial. Acta Orthop Traumatol Turc, 2021. 55(3): p. 239-245.10.5152/j.aott.2021.20160
14. Huang, T., et al., Meta-analysis of gap balancing versus measured resection techniques in total knee arthroplasty. Bone Joint J, 2017. 99-b(2): p. 151-158.10.1302/0301-620x.99b2.bjj-2016-0042.r2
15. He, Q., et al., Is gap balancing superior to measured resection technique in total knee arthroplasty? A meta-analysis. Arthroplasty, 2020. 2(1): p. 3.10.1186/s42836-020-0025-1