

OUTCOMES OF LOWER LIMB REHABILITATION USING THE ROBOTIC GAIT TRAINING SYSTEM IN STROKE PATIENTS

Luong Tuan Khanh, Ha Thi Khanh Huyen, Tran Viet Ha, Nguyen Thanh Nam, Nguyen Hai Linh, Bui Thi Hoai Trang

Department of Rehabilitation – Bach Mai Hospital

Received: 10/11/2025

Revised: 01/12/2025; Accepted: 20/01/2026

ABSTRACT

Background: Stroke is a leading cause of mortality and long-term disability in adults, in which recovery of walking ability plays a crucial role for patients with lower-limb paralysis. Recently, the GTR-A adaptive robotic gait training system has been implemented at the Rehabilitation Center of Bach Mai Hospital; however, its clinical effectiveness in Vietnam has not been fully evaluated. This study aimed to assess the effectiveness of lower-limb rehabilitation in stroke patients using the GTR-A system.

Methods: A prospective, non-controlled interventional study with a pre-post design and a comparative analysis between two intervention groups was conducted on 32 patients with post-stroke hemiplegia and a Functional Ambulation Category (FAC) score ≥ 2 . Patients were randomly assigned to either a Passive training group or an Active-Assisted training group. The robotic gait training program using the GTR-A system was performed three sessions per week for one month. Outcome measures included heart rate parameters, FAC, Berg Balance Scale (BBS), Timed Up and Go test (TUG), and patient satisfaction.

Results: After the intervention, both groups showed statistically significant improvements in most outcome measures ($p < 0.05$). The Active-Assisted group demonstrated greater improvement in BBS scores compared with the Passive group. Heart rate values increased after training, reflecting appropriate exercise intensity within a safe physiological range. Patient satisfaction scores increased significantly in both groups ($p < 0.001$).

Conclusion: Lower-limb rehabilitation using the GTR-A robotic gait training system significantly improves balance, motor control, and mobility in patients after stroke. Active-assisted training shows certain advantages over passive training.

Keywords: Stroke; GTR-A robot; rehabilitation; lower limbs; gait training.

*Corresponding author

Email: khanhhuyen28011997@gmail.com Phone: (+84) 334 238 932 <https://doi.org/10.52163/yhc.v67iCD1.4215>

KẾT QUẢ PHỤC HỒI CHỨC NĂNG CHI DƯỚI CÓ SỬ DỤNG HỆ THỐNG ROBOT HUẤN LUYỆN ĐIỀU CHỈNH DÁNG ĐI Ở NGƯỜI BỆNH ĐỘT QUÝ NÃO

Lương Tuấn Khanh, Hà Thị Khánh Huyền, Trần Việt Hà, Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Hải Linh, Bùi Thị Hoài Trang

Trung tâm Phục hồi chức năng – Bệnh viện Bạch Mai

Ngày nhận bài: 10/11/2025

Ngày chỉnh sửa: 01/12/2025; Ngày duyệt đăng: 20/01/2026

TÓM TẮT

Tóm tắt: Đột quỵ não là nguyên nhân hàng đầu gây tử vong và tàn tật ở người trưởng thành, trong đó phục hồi khả năng đi lại đóng vai trò quan trọng đối với bệnh nhân liệt chi dưới. Gần đây, hệ thống robot hỗ trợ tập luyện điều chỉnh dáng đi GTR-A đã được triển khai tại Trung tâm Phục hồi chức năng – Bệnh viện Bạch Mai, tuy nhiên hiệu quả lâm sàng tại Việt Nam chưa được đánh giá đầy đủ. Nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả phục hồi chức năng chi dưới ở bệnh nhân đột quỵ khi sử dụng hệ thống GTR-A.

Phương pháp: Nghiên cứu tiến cứu, can thiệp không đối chứng, theo dõi trước – sau điều trị, so sánh giữa hai nhóm can thiệp, trên 32 bệnh nhân đột quỵ liệt nửa người có phân loại chức năng đi lại FAC ≥ 2 . Bệnh nhân được chia ngẫu nhiên thành hai nhóm: tập thụ động (Passive) và tập chủ động có trợ giúp (Active-Assisted). Chương trình phục hồi chức năng bằng robot GTR-A được thực hiện 3 buổi/tuần trong 1 tháng. Các chỉ số đánh giá gồm nhịp tim, FAC, BBS, TUG và mức độ hài lòng.

Kết quả: Kết quả cho thấy sau can thiệp, cả hai nhóm đều cải thiện có ý nghĩa thống kê ở hầu hết các chỉ số ($p < 0,05$). Nhóm Active-Assisted cải thiện điểm BBS cao hơn nhóm Passive. Nhịp tim tăng sau tập luyện. Mức độ hài lòng của người bệnh tăng đáng kể ($p < 0,001$).

Kết luận: Phục hồi chi dưới bằng robot GTR-A giúp cải thiện rõ rệt thăng bằng, kiểm soát vận động và di chuyển ở bệnh nhân đột quỵ, trong đó nhóm Active-Assisted cho thấy một số ưu thế so với nhóm Passive.

Từ khóa: Đột quỵ não; robot GTR-A; phục hồi chức năng; chi dưới; dáng đi

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đột quỵ não là nguyên nhân hàng đầu gây tử vong và tàn tật trên toàn thế giới. Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), mỗi năm có khoảng 15 triệu người bị đột quỵ, trong đó 5 triệu người tử vong và 5 triệu người chịu di chứng tàn tật vĩnh viễn. Việt Nam thuộc nhóm quốc gia có tỷ lệ mắc đột quỵ cao, với hơn 218 bệnh nhân trên 100.000 dân; tỷ lệ hiện mắc và lưu hành lần lượt là 161 và 415 trên 100.000 dân [1].

Sau đột quỵ, rối loạn dáng đi là một trong những di chứng thường gặp, ảnh hưởng nghiêm trọng đến khả năng độc lập và chất lượng cuộc sống của người bệnh. Vì vậy, phục hồi khả năng đi lại được xem là mục tiêu chính trong chương trình phục hồi chức năng cho bệnh nhân liệt chi dưới. Các phương pháp phục hồi chức năng truyền thống đã chứng minh hiệu quả nhất định, tuy nhiên vẫn tồn tại những hạn chế về cường độ tập luyện, tính lặp lại và khả năng cá thể hóa điều trị.

Trong những năm gần đây, robot hỗ trợ tập luyện dáng đi (Robotic-Assisted Gait Training – RAGT) ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong phục hồi chức năng cho bệnh nhân đột quỵ. Một số nghiên cứu cho thấy việc kết hợp robot, đặc biệt các hệ thống dạng end-effector, có thể giúp cải thiện chức năng dáng đi tốt hơn so với các

phương pháp trị liệu thông thường ở bệnh nhân đột quỵ giai đoạn bán cấp [2], [3]. Tuy nhiên, hiệu quả lâm sàng của phục hồi chức năng có hỗ trợ robot so với phương pháp truyền thống vẫn còn chưa thống nhất, và kết quả giữa các nghiên cứu còn nhiều khác biệt [4].

Tại Việt Nam, hệ thống robot phục hồi chức năng dáng đi GTR-A lần đầu tiên đã được triển khai trong thực hành lâm sàng tại Trung tâm Phục hồi chức năng – Bệnh viện Bạch Mai. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có nghiên cứu để đánh giá một cách hệ thống hiệu quả phục hồi chức năng chi dưới của hệ thống này trên bệnh nhân đột quỵ. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu: “Đánh giá kết quả phục hồi chức năng chi dưới bằng hệ thống robot GTR-A ở **người bệnh đột quỵ não**”, góp phần cung cấp bằng chứng khoa học cho việc ứng dụng robot trong phục hồi chức năng tại Việt Nam.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu tiến cứu, can thiệp không đối chứng, so sánh trước – sau điều trị, có so sánh giữa hai nhóm can thiệp.

*Tác giả liên hệ

Email: khanhhuyen28011997@gmail.com Điện thoại: (+84) 334 238 932 <https://doi.org/10.52163/yhc.v67iCD1.4215>

2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu: Nghiên cứu được tiến hành tại Bệnh viện Bạch Mai trong khoảng thời gian từ tháng 02/2025 đến tháng 09/2025

2.3. Đối tượng nghiên cứu:

Tiêu chuẩn lựa chọn:

BN liệt nửa người do đột quy não có liệt chi dưới theo WHO

Phân loại chức năng đi lại FAC ≥ 2

Người bệnh không có rối loạn nhận thức, điểm MMSE > 24

Người bệnh không có các dị tật về vận động hay các bệnh lý thần kinh cơ, cơ xương khớp khác kèm theo ảnh hưởng đến chức năng vận động như: bệnh lý thần kinh ngoại biên, xơ cứng rải rác, cứng khớp, hạn chế vận động,...

Tiêu chuẩn loại trừ:

Người bệnh liệt hai nửa người

Người bệnh có các bệnh lý liên quan đến tiền đình, chứng mất thực dụng

Người bệnh đang mắc các bệnh lý nội – ngoại khoa cấp tính, các bệnh lý khác kèm theo ảnh hưởng đến quá trình tập luyện.

2.4. Cỡ mẫu, chọn mẫu

Cỡ mẫu: Thuận tiện 32 bệnh nhân đột quy đủ tiêu chuẩn trong thời gian nghiên cứu tại Trung tâm Phục hồi chức năng – Bệnh viện Bạch Mai.

Phương pháp phân nhóm: Ngẫu nhiên theo khối: Chọn block size = 4 bởi một cán bộ độc lập, không tham gia tuyển chọn và đánh giá bệnh nhân. Trình tự phân nhóm được che giấu bằng phong bì kín, đánh số thứ tự. Người thực hiện tuyển chọn bệnh nhân không biết trước phân nhóm. Do tính chất can thiệp, nghiên cứu không làm mù người bệnh và người điều trị. Do điều kiện thực tế triển khai và tính khả thi, nghiên cứu không tính cỡ mẫu trước và được xem như nghiên cứu thí điểm.

2.5. Biến số và chỉ số nghiên cứu

Thu thập thông tin bệnh nhân theo mẫu bệnh án nghiên cứu, khám và lượng giá bởi nghiên cứu viên, phỏng vấn bệnh nhân và người nhà bệnh nhân, tham khảo hồ sơ bệnh án.

Đánh giá chức năng chi dưới: Khả năng đi lại theo thang điểm FAC, khả năng thăng bằng theo thang điểm Berg Balance, khả năng di chuyển theo thang điểm Time Up and Go. Nhịp tim được đo lường trung bình trước – sau khi tập, nhịp tim tối đa và tối thiểu trong quá trình tập luyện. Bảng câu hỏi đánh giá về khả năng sử dụng, an toàn và sự hài lòng của người bệnh trước và sau can thiệp.

2.6. Công cụ và quy trình thu thập số liệu

Người bệnh liệt nửa người do đột quy não có điểm FAC ≥ 2 , phù hợp với tiêu chuẩn lựa chọn được khai thác thông tin, khám lâm sàng, lượng giá chức năng đi lại tại thời điểm trước can thiệp.

Người bệnh được hướng dẫn và tham gia vào chương trình PHCN thông thường kết hợp PHCN chi dưới bằng hệ thống Robot GTR-A trong 1 tháng, ba lần một tuần, trong

vòng 40 phút (bao gồm cả thời gian lắp đặt) cho mỗi người tham gia (n=32) chia 2 nhóm chế độ Passive và Active – Assisted. Chương trình phục hồi chức năng thông thường được áp dụng theo phác đồ chuẩn của điều trị chuẩn của Trung tâm Phục hồi chức năng – Bệnh viện Bạch Mai, bao gồm vật lý trị liệu, vận động trị liệu, hoạt động trị liệu và ngôn ngữ trị liệu, trong khoảng thời gian 120 phút/ ngày, cường độ tập luyện được cá thể hóa theo tình trạng lâm sàng.

Khám lâm sàng và lượng giá chức năng chi dưới tại thời điểm sau can thiệp 1 tháng. Sau đó được thu thập và xử lý số liệu.

2.7. Xử lý và phân tích số liệu: Dữ liệu được phân tích Excel và SPSS 20.0. Phân bố chuẩn được kiểm tra bằng Shapiro–Wilk test. So sánh trước–sau trong nhóm sử dụng paired t-test hoặc Wilcoxon signed-rank test; so sánh giữa hai nhóm sử dụng independent t-test hoặc Mann–Whitney U test. Mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

2.8. Đạo đức nghiên cứu: Nghiên cứu được thông qua: Hội đồng đạo đức trong nghiên cứu y sinh học – Bệnh viện Bạch Mai. Người bệnh có ký cam kết đồng ý tham gia nghiên cứu. Tuân thủ Tuyên ngôn Helsinki.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu: Nghiên cứu được tiến hành trên 32 bệnh nhân được chẩn đoán liệt nửa người do đột quy não có liệt chi dưới với thang điểm FAC ≥ 2 tại Bệnh viện Bạch Mai trong khoảng thời gian từ tháng 02/2025 đến tháng 09/2025, chúng tôi ghi nhận một số kết quả sau:

Bảng 1.1: Đặc điểm chung của nhóm nghiên cứu

	Biến số	Nhóm Passive (n = 16)		Nhóm Active-Assisted (n = 16)		p
		n	%	n	%	
Tuổi (trung bình $\pm$ SD)		52.38 $\pm$ 19.18		50.56 $\pm$ 16.34		0.776
	< 45	5	31.2	6	37.6	0.913
	45–65	5	31.2	5	31.2	
	≥ 65	6	37.6	5	31.2	
Giới	Nam	9	56.3	7	43.7	0.724
	Nữ	7	43.7	9	56.3	
BMI	<18.5 (gầy)	2	12.5	1	6.2	0.971
	18.5–24.9 (bình thường)	13	81.3	14	87.6	
	≥ 25 (thừa cân/ béo phì)	1	6.2	1	6.2	
Thời gian bị bệnh	<3 tháng	7	43.7	8	50	1.000
	≥ 3 tháng	9	56.3	8	50	
Bên liệt	Phải	9	56.3	8	50	1.000
	Trái	7	43.7	8	50	
Rối loạn cảm giác	Có	8	50	5	31.3	1.000
	Không	8	50	11	68.7	

	Biến số	Nhóm Passive (n = 16)		Nhóm Active-Assisted (n = 16)		p
		n	%	n	%	
Rối loạn thăng bằng điều hợp	Có	2	12.5	4	25	1.000
	Không	14	87.5	12	75	
Rối loạn trương lực cơ	Có	6	37.5	4	25	1.000
	Không	10	62.5	12	75	

So sánh tỷ lệ sử dụng χ^2 test hoặc Fisher's exact test khi tần số mong đợi <5

Nhận xét:

Hai nhóm bệnh nhân Passive và Active-Assisted có đặc điểm chung tương đồng. Tuổi trung bình của hai nhóm lần lượt là 52.38 ± 19.18 và 50.56 ± 16.34 , không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p = 0.776$). Phân bố tuổi theo các nhóm <45, 45–65 và ≥ 65 không khác biệt giữa hai nhóm ($p = 0.913$). Tỷ lệ nam và nữ tương đương ($p = 0.724$).

Giá trị BMI phân bố các mức gầy, bình thường, thừa cân/béo phì tương tự nhau giữa hai nhóm ($p = 0.971$). Thời gian bị bệnh, bên liệt, cũng như tỷ lệ có rối loạn cảm giác, rối loạn thăng bằng điều hợp và rối loạn trương lực cơ đều không khác biệt ($p > 0.05$).

3.2. Đánh giá kết quả phục hồi chức năng chi dưới bằng hệ thống robot GTR-A ở bệnh nhân đột quỵ não

Bảng 2.1: Kết quả phục hồi chức năng chi dưới bằng hệ thống Robot GTR-A

Chỉ số	Passive Trước	Passive Sau	Δ Passive	p (Trước vs Sau) Passive	Active-Assisted Trước	Active-Assisted Sau	Δ Active-Assisted	p (Trước vs Sau) Active-Assisted	p (Δ Passive vs Δ Active-Assisted)
FAC	2.38 ± 0.5	2.75 ± 0.45	0.375 ± 0.5	0.009 *	2.38 ± 0.5	3.06 ± 0.4	0.69 ± 0.60	<0.001 *	0.12
BBS	31.75 ± 5.31	37.0 ± 5.42	5.25 ± 7.54	0.014 *	29.31 ± 3.84	40.6 ± 4.99	11.38 ± 5.19	<0.001 *	0.012 *
TUG (giây)	30.13 ± 6.61	22.44 ± 5.20	-7.69 ± 6.90	0.000 *	29.06 ± 6.40	20.56 ± 6.07	-8.5 ± 8.63	<0.001 *	0.771
Nhịp tim TB (bpm)	86.0 ± 4.15	88.63 ± 5.86	2.63 ± 5.14	0.059	83.38 ± 3.14	87.38 ± 6.10	4.0 ± 7.08	0.039 *	0.534
Nhịp tim Max (bpm)	110.19 ± 6.80	110.44 ± 11.16	0.25 ± 10.49	0.925	106.5 ± 10.11	115.56 ± 9.39	9.06 ± 13.00	0.014 *	0.043 *
Nhịp tim Min (bpm)	73.06 ± 6.48	71.75 ± 5.76	-1.31 ± 8.40	0.542	71.06 ± 4.89	76.63 ± 8.49	5.56 ± 9.85	0.039 *	0.042 *

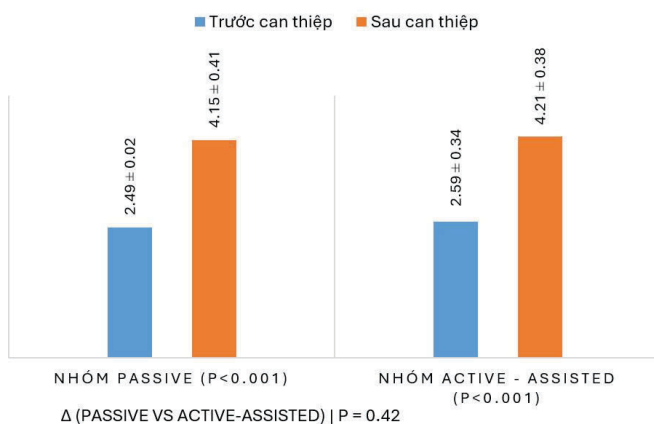
p (Trước vs Sau) được tính bằng paired t-test đối với các biến có phân bố chuẩn hoặc Wilcoxon signed-rank test đối với các biến không có phân bố chuẩn trong từng nhóm.

p (Δ Passive vs Δ Active-Assisted) được tính bằng independent t-test hoặc Mann-Whitney U test, tương ứng với phân bố của dữ liệu.

Δ : giá trị thay đổi sau can thiệp so với trước can thiệp. $p < 0,05$ coi là có ý nghĩa thống kê.

Nhận xét: Sau can thiệp, cả hai nhóm đều cải thiện rõ rệt các chỉ số FAC, BBS và TUG. Nhóm Active-Assisted có mức tăng điểm BBS, nhịp tim tối đa và nhịp tim tối thiểu cao hơn nhóm Passive với ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Các chỉ số FAC và TUG cải thiện tương tự giữa hai nhóm.

Biểu đồ 2.1: Kết quả đánh giá về Bảng câu hỏi đánh giá về khả năng sử dụng, an toàn và sự hài lòng của người bệnh trước và sau can thiệp 1 tháng



Chú thích: Bảng câu hỏi gồm 28 câu, được chia thành 8 nhóm tiêu chí: (1) tính tiện lợi của việc cố định và tháo bỏ thiết bị; (2) thông tin và hướng dẫn được cung cấp; (3) huấn luyện – đào tạo và cảm giác tâm lý; (4) tâm lý và cảm giác ổn định; (5) mức độ tin cậy và an toàn; (6) sự phù hợp với thể trạng người bệnh; (7) độ ổn định khi vận hành của thiết bị; và (8) mức độ hài lòng chung. Mỗi câu hỏi được đánh giá theo thang Likert 5 mức (từ 1 đến 5). Kết quả được biểu thị bằng điểm trung bình, trong đó điểm càng cao phản ánh mức độ hài lòng càng lớn.

Nhận xét: Mức độ hài lòng của người bệnh tăng rõ rệt sau can thiệp ở cả hai nhóm ($p < 0,001$). Trung bình điểm hài lòng sau can thiệp ở nhóm Passive và Active-Assisted đều cao hơn trước can thiệp. Sự khác biệt mức tăng (Δ) giữa hai nhóm không có ý nghĩa thống kê ($p = 0,42$).

4. BÀN LUẬN

4.1. Đặc điểm lâm sàng

Trong nghiên cứu này, hai nhóm bệnh nhân Passive và Active-Assisted có đặc điểm chung tương đồng về tuổi, giới, chỉ số BMI, bên liệt, thời gian mắc bệnh và các rối loạn kèm theo. Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm ($p > 0,05$), cho thấy tính đồng nhất của mẫu nghiên cứu và đảm bảo tính khách quan khi so sánh hiệu quả phục hồi chức năng.

Tuổi trung bình là 52.38 ± 19.18 tuổi ở nhóm Passive và 50.56 ± 16.34 ở nhóm Active - Assisted, phù hợp với dịch

tế học đột quỵ ở người cao tuổi tại Việt Nam. Phần lớn bệnh nhân có BMI trong giới hạn bình thường (18,5–24,9), không khác biệt giữa hai nhóm ($p = 0,971$). Tỷ lệ gãy nhẹ và thừa cân thấp, tương tự các nghiên cứu phục hồi sau đột quỵ ở châu Á, cho thấy đa số bệnh nhân có thể trạng trung bình, đủ điều kiện tham gia tập luyện với robot[5].

Tỷ lệ bệnh nhân mắc bệnh dưới và trên 3 tháng gần tương đương, phản ánh việc chọn mẫu gồm cả giai đoạn bán cấp và mạn tính — điều này giúp đánh giá khách quan hơn về hiệu quả phục hồi chức năng. Một số nghiên cứu cũng cho thấy robot phục hồi chức năng có thể mang lại lợi ích ở cả hai giai đoạn, đặc biệt khi kết hợp với tập luyện tích cực [6].

Hai nhóm có tỷ lệ liệt phải/trái, rối loạn cảm giác, rối loạn thăng bằng – điều hợp và lực cơ tương đương, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Mehrholz et al. (2020) cho rằng sự phân bố đồng đều giữa các đặc điểm thần kinh – vận động là điều kiện cần thiết để so sánh công bằng hiệu quả của các phương pháp robot hỗ trợ vận động[7].

4.2. Đánh giá kết quả phục hồi chức năng chi dưới

4.2.1. Hiệu quả trước – sau của hệ thống robot GTR-A

Sau can thiệp bằng hệ thống robot GTR-A, cả hai nhóm Passive và Active-Assisted đều ghi nhận sự cải thiện rõ rệt về chức năng vận động chi dưới, thể hiện qua các chỉ số FAC, BBS và TUG. Kết quả này cho thấy tập luyện với robot GTR-A nói chung có liên quan đến hiệu quả tích cực trong phục hồi chức năng chi dưới ở bệnh nhân đột quỵ.

Ở nhóm Passive, điểm FAC trung bình tăng từ $2,38 \pm 0,50$ lên $2,75 \pm 0,45$ ($p = 0,009$), điểm BBS tăng từ $31,75 \pm 5,31$ lên $37,0 \pm 5,42$ ($p = 0,014$), đồng thời thời gian thực hiện TUG giảm có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$). Những cải thiện này phản ánh vai trò của hỗ trợ vận động thụ động bằng robot trong việc duy trì chuyển động lặp lại, góp phần cải thiện thăng bằng và kiểm soát tư thế.

Tương tự, nhóm Active-Assisted cũng cho thấy cải thiện có ý nghĩa ở các chỉ số FAC ($p < 0,001$), BBS ($p < 0,001$) và TUG ($p = 0,001$) sau can thiệp, cho thấy tập luyện chủ động có trợ giúp bằng robot GTR-A giúp tăng cường khả năng vận động và chức năng đi lại ở bệnh nhân đột quỵ.

Các kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu quốc tế. Wang và cộng sự (2022), trong phân tích gộp 19 thử nghiệm lâm sàng ngẫu nhiên với 959 bệnh nhân đột quỵ, ghi nhận tập đi bằng robot cải thiện đáng kể BBS, FAC và giảm thời gian TUG so với phục hồi chức năng thông thường ($p < 0,001$) [8]. Tương tự, Calabrò và cộng sự (2018) cho thấy bệnh nhân đột quỵ tập luyện với robot Lokomat trong 6 tuần có cải thiện FAC và BBS tốt hơn so với nhóm chỉ tập vật lý trị liệu truyền thống [9].

4.2.2. So sánh hiệu quả giữa hai chế độ Passive và Active-Assisted

Khi so sánh giữa hai chế độ tập luyện trên hệ thống GTR-A, nhóm Active-Assisted cho thấy một số ưu thế so với nhóm Passive, đặc biệt về cải thiện thăng bằng. Cụ thể, mức tăng trung bình của điểm BBS ở nhóm Active-Assisted cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nhóm Passive

($p = 0,012$). Kết quả này gợi ý rằng tập luyện chủ động có trợ giúp, với sự tham gia tích cực hơn của người bệnh, có thể tạo ra kích thích cảm giác – vận động mạnh hơn, từ đó thúc đẩy phục hồi chức năng thăng bằng hiệu quả hơn.

Đối với các chỉ số FAC và TUG, không ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về mức cải thiện giữa hai nhóm, cho thấy cả hai chế độ tập luyện đều mang lại lợi ích tương đương về khả năng đi lại chức năng trong thời gian can thiệp một tháng.

Các chỉ số sinh lý, bao gồm nhịp tim trung bình, tối đa và tối thiểu, có xu hướng tăng sau can thiệp, phản ánh đáp ứng thể lực trong quá trình tập luyện và vẫn nằm trong giới hạn an toàn sinh lý. Sự khác biệt nhỏ nhưng có ý nghĩa thống kê về nhịp tim tối đa và tối thiểu giữa hai nhóm gợi ý rằng nhóm Active-Assisted có thể đạt mức độ gắng sức cao hơn so với nhóm Passive. Tuy nhiên, các kết quả này cần được diễn giải thận trọng do cỡ mẫu còn nhỏ và độ lệch chuẩn tương đối lớn, phản ánh mức độ biến thiên cá nhân cao; do đó, những thay đổi về nhịp tim chỉ mang tính xu hướng và cần được xác nhận trong các nghiên cứu có cỡ mẫu lớn hơn.

Về khả năng sử dụng, mức độ an toàn và sự hài lòng của người bệnh, cả hai nhóm đều ghi nhận sự cải thiện rõ rệt sau can thiệp ($p < 0,001$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về mức thay đổi điểm hài lòng giữa hai nhóm (Δ Passive so với Δ Active-Assisted, $p = 0,42$), cho thấy cả hai chế độ tập luyện đều mang lại trải nghiệm tích cực cho người bệnh.

Hạn chế của nghiên cứu: Nghiên cứu có cỡ mẫu nhỏ, thực hiện tại một trung tâm và không có nhóm chứng, thời gian theo dõi ngắn (1 tháng), đồng thời chưa đánh giá các chỉ số chức năng toàn diện như chất lượng cuộc sống hay hoạt động sinh hoạt hằng ngày; do đó, kết quả cần được diễn giải thận trọng.

5. KẾT LUẬN

Trong mẫu nghiên cứu nhỏ, tiến cứu, không có nhóm chứng điều trị thường quy, phục hồi chi dưới bằng robot GTR-A có liên quan đến cải thiện đáng kể FAC, BBS, TUG sau 1 tháng. Chế độ Active-Assisted ghi nhận mức cải thiện BBS và đáp ứng tim mạch cao hơn so với chế độ Passive.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. F. Tyson, M. Hanley, J. Chillala, A. Selley, and R. C. Tallis, “Balance Disability After Stroke,” *Physical Therapy*, vol. 86, no. 1, pp. 30–38, Jan. 2006, doi: 10.1093/ptj/86.1.30.
- [2] D. T. Mai, X. C. Dao, N. K. Luong, T. K. Nguyen, H. T. Nguyen, and T. N. Nguyen, “Current State of Stroke Care in Vietnam,” *Stroke: Vascular and Interventional Neurology*, vol. 2, no. 2, p. e000331, Mar. 2022, doi: 10.1161/SVIN.121.000331.
- [3] C. English, S. Hillier, and E. Lynch, “Circuit Class Therapy for Improving Mobility After Stroke,” *Stroke*, vol. 48, p. STROKEAHA.117.018601, Sep. 2017, doi: 10.1161/STROKEAHA.117.018601.

- [4] J. Teodoro, S. Fernandes, C. Castro, and J. B. Fernandes, "Current Trends in Gait Rehabilitation for Stroke Survivors: A Scoping Review of Randomized Controlled Trials," *Journal of Clinical Medicine*, vol. 13, no. 5, Art. no. 5, Jan. 2024, doi: 10.3390/jcm13051358.
- [5] "Robot-assisted gait training improves brachial-ankle pulse wave velocity and peak aerobic capacity in subacute stroke patients with totally dependent ambulation: Randomized controlled trial - PMC." Accessed: Oct. 12, 2025. [Online]. Available: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5072950/?utm_source=chatgpt.com
- [6] L. Xie, B. H. Yoon, C. Park, and J. (Sung) H. You, "Optimal Intervention Timing for Robotic-Assisted Gait Training in Hemiplegic Stroke," *Brain Sciences*, vol. 12, no. 8, p. 1058, Aug. 2022, doi: 10.3390/brainsci12081058.
- [7] "Update on Stroke Rehabilitation in Motor Impairment," *뇌신경재활*, vol. 15, no. 2, pp. 1–13, Jul. 2022, doi: 10.12786/bn.2022.15.e12.
- [8] J. H. Lee and G. Kim, "Effectiveness of Robot-Assisted Gait Training in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis," *Journal of Clinical Medicine*, vol. 14, no. 13, p. 4809, Jan. 2025, doi: 10.3390/jcm14134809.
- [9] R. S. Calabrò et al., "Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now?," *Neurol Sci*, vol. 37, no. 4, pp. 503–514, Apr. 2016, doi: 10.1007/s10072-016-2474-4.

