

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ KÉO GIÃN CỘT SỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG ỨNG DỤNG TRONG VẬT LÝ TRỊ LIỆU

Đỗ Đình Hưng^{1*}, Đỗ Khoa Bình², Nguyễn Văn Mận², Trần Thị Mỹ Nhung²

*Tác giả liên hệ, email: hungdd@hou.edu.vn. ORCID: 0009-0000-6265-7452

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 15/01/2026

Ngày phản biện đánh giá: 17/03/2026

Ngày bài báo được duyệt đăng: 14/04/2026

DOI: 10.59266/houjs.2026.1152

Tóm tắt: Kéo giãn cột sống là một trong những phương pháp sử dụng trong vật lý trị liệu để điều trị thoái hóa cột sống, thoát vị đĩa đệm, vẹo cột sống,.... Phương pháp này có thể kết hợp với nhiệt, điện châm, sóng xung kích để tăng hiệu quả điều trị. So với phương pháp kéo liên tục bằng tạ, phương pháp kéo điều khiển tự động mang lại hiệu quả điều trị cao hơn. Bài báo này trình bày giải pháp thiết kế, chế tạo thiết bị kéo giãn cột sống đi từ thiết kế cơ khí, mạch điện tử, điều khiển, phù hợp với các ứng dụng thực tế tại Việt Nam.

Từ khóa: vật lý trị liệu, điều khiển tự động, sóng xung kích, điện trị liệu, kéo giãn xương sống

I. Đặt vấn đề

Đau thắt lưng là bệnh lý phổ biến, ảnh hưởng tới khả năng lao động và chất lượng cuộc sống của người bệnh. Một nghiên cứu tại Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 cho thấy, 75% bệnh nhân đau thắt lưng do thoái hóa và thoát vị đĩa đệm cột sống thắt lưng, tuổi trung bình mắc bệnh là $54,96 \pm 13,61$ tuổi (Nguyễn Thị Thu Hiền và cộng sự, 2020). Theo nghiên cứu (Nguyễn Thị Huỳnh Như, Nguyễn Hùng Trán, 2024), thực hiện trên 60 bệnh nhân, vị trí đau nhiều nhất của cột sống thắt lưng là L4-L5 và L5-S1, do kết quả của việc kết hợp áp lực từ hoạt động hàng ngày, thoái hóa cột sống, và

cấu trúc cơ bản của xương cột sống. Tại thời điểm cột sống vùng thắt lưng đau nhiều nhất là cả ngày và đêm (76,8%) và xuất hiện đau thường là sau nâng vác vật nặng (55,6%) khả năng do sự căng thẳng liên tục từ các hoạt động hàng ngày, tư thế ngủ không đúng của người bệnh, tăng cường các hoạt động vào buổi tối và hoàn cảnh thuận lợi như sau khi nâng vật nặng. Tình trạng của cột sống và các cơ cạnh cột sống có tăng trương lực cơ cạnh cột sống chiếm đến xấp xỉ 92%. (Nguyễn Thị Huỳnh Như, Nguyễn Hùng Trán, 2024). Đau thắt lưng nếu không được điều trị kịp thời sẽ để lại những hậu quả như chèn ép thần kinh tọa, hạn chế vận

¹ Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Mở Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

² Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, TP Hồ Chí Minh, Hà Nội, Việt Nam

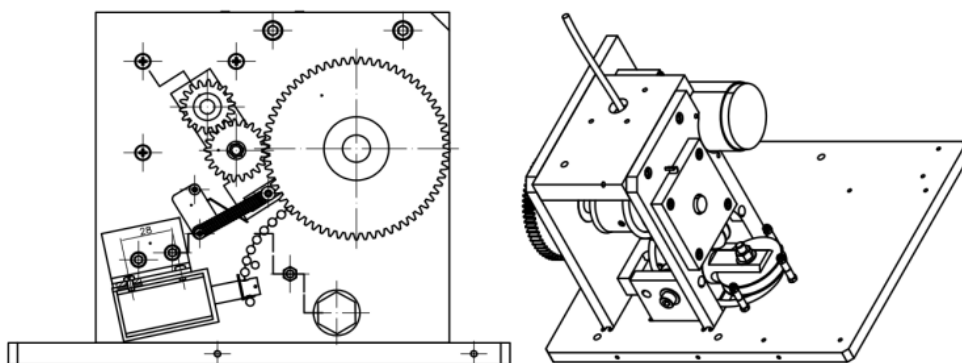
động, biến dạng cột sóng. Trong quá trình điều trị, các phương pháp không sử dụng thuốc ngày càng được ưu tiên do chúng có hiệu quả điều trị tốt và hạn chế các tác dụng phụ không mong muốn. Trong đó, phương pháp kéo giãn cột sóng được sử dụng rộng rãi, có thể kết hợp với điện châm (Trần Phương Đông và cộng sự, 2024; Nguyễn Văn Tuấn, 2021; Bùi Vĩnh An, 2020), hoặc bổ sung thêm các sóng xung kích (Lê Văn Hiệp, Ngô Quỳnh Hoa, 2025), kết hợp với điện trị liệu và nhiệt trị liệu (Lê Thị Thanh Nhân và cộng sự, 2022), kéo giãn cột sóng kết hợp sóng ngắn, xoa bóp bấm huyệt, điện châm (Phùng Danh Tùng, Trần Danh Tiến Thịnh, 2024). Các thiết bị được sử dụng kéo giãn cột sóng tại Việt Nam hiện nay khá đa dạng về chủng loại, với công nghệ hiện đại, tuy nhiên, giá thành tương đối cao và việc sửa chữa, thay thế vật tư, linh kiện khi hỏng hóc gặp nhiều khó khăn.

Bài báo này trình bày thiết kế và chế tạo thiết bị kéo giãn cột sóng điều khiển tự động, phù hợp với điều kiện ứng dụng tại Việt Nam.

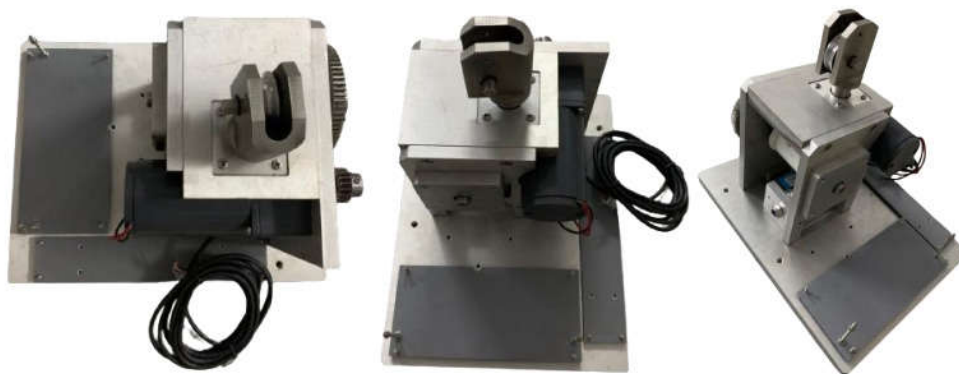
II. Cơ sở lý thuyết

2.1. Thiết kế khung cơ khí

Khung cơ khí của thiết bị kéo giãn cột sóng là thành phần chịu lực lên đến 99 kg, cần chọn vật liệu chịu lực tốt, dễ thiết kế và gia công. Do đó, chúng tôi sử dụng vật liệu nhôm với các ưu điểm chịu lực tốt, không bị rỉ sét và độ bền cao. Trục kéo hoạt động nhờ hệ thống truyền lực từ bánh răng ly hợp được gắn chắc chắn vào khung nhôm bằng ổ bi và có thể ly động bánh răng bằng khóa điện từ. Đầu trục kéo có gắn lò xo tự cuốn dây kéo. Trên phần khung nhôm có gắn các bánh xe ròng rọc để dẫn hướng dây, cảm biến lực được cố định trên khung và ròng rọc để đo lực kéo.



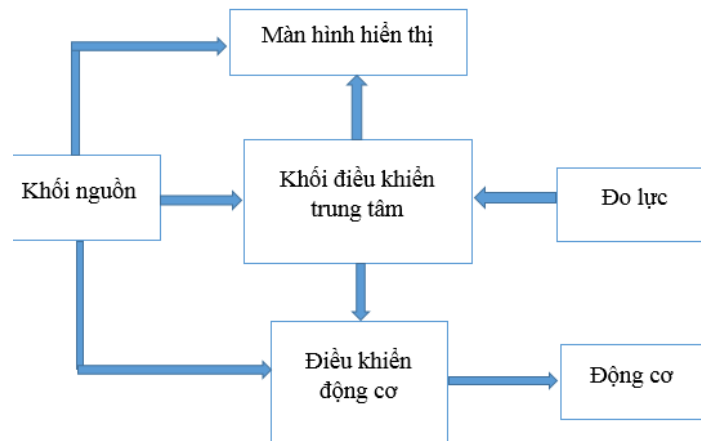
Hình 1. Bản vẽ khung cơ khí lắp ráp



Hình 2. Khung cơ khí lắp ráp hoàn thiện

2.2. Thiết kế khối điều khiển thiết bị

Sơ đồ khối của hệ thống mạch điều khiển được thiết kế như sau:





Hình 3. Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển

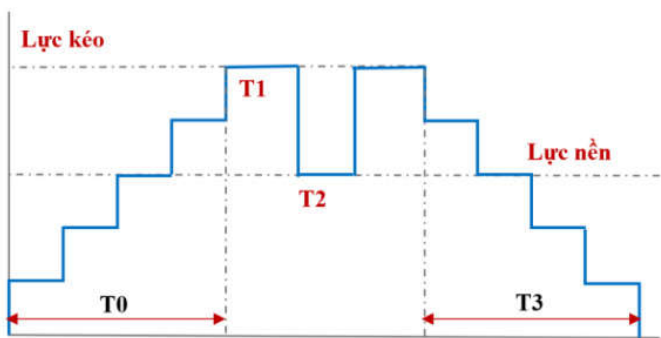
Chức năng chính của các khối được mô tả trong bảng 1 như sau:

Bảng 1. Mô tả chức năng các khối điều khiển thiết bị

Tên khối	Hình ảnh
Khối điều khiển trung tâm: Sử dụng IC ATmega1284 làm Master, truyền thông với các IC ATmega16 làm Slave qua cổng RS232	
Khối nguồn: Sử dụng nguồn xung với điện áp đầu vào 220VAC, đầu ra 24VDC và 5VDC.	
Khối điều khiển động cơ: Sử dụng module Smart H_Bridge	
Động cơ: hoạt động với điện áp 24VDC, công suất 15W, là loại có độ bền cao và bộ hộp số chia lớn.	

Tên khối	Hình ảnh
<p>Đo lực: cảm biến NSI của hãng MAVIN, có thể đo được lực kéo lên tới 200kg.</p>	
<p>Hiển thị: Sử dụng màn hình GLCD 240x128 để hiển thị giao diện chương trình và các thông số cài đặt</p>	

Chương trình điều khiển: chương trình được xây dựng để điều khiển theo 2 phương pháp kéo ngắt quãng và kéo liên tục. Chương trình kéo ngắt quãng được thực hiện theo biểu đồ:



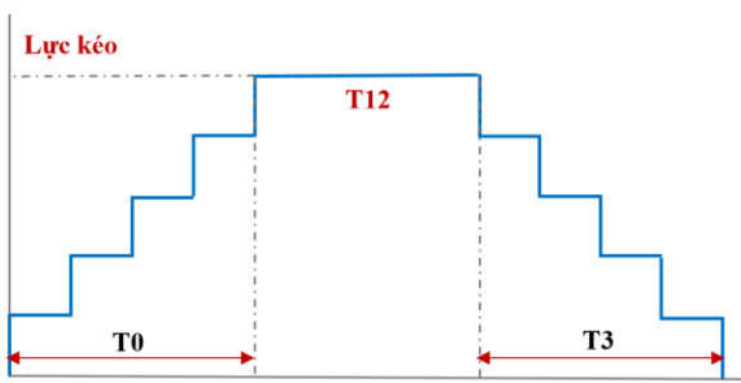
Hình 4. Biểu đồ kéo ngắt quãng

Lực kéo và lực nền được lựa chọn bởi người sử dụng. T0 là thời gian bắt đầu từ khi kéo lên cho tới khi bằng lực kéo, T1 là thời gian giữ lực kéo, T2 là thời gian giữ lực nền, T3 là thời gian xả tải để kết thúc điều trị. Tổng thời gian của liệu trình kéo (T_{nq}) được xác định bằng công thức:

$$T_{nq} = T0 + (T1 + T2) * N + T3$$

Trong đó, N là số lần lặp lại chu trình trong khoảng thời gian điều trị.

Chương trình kéo liên tục được thực hiện theo biểu đồ:



Hình 5. Biểu đồ kéo liên tục

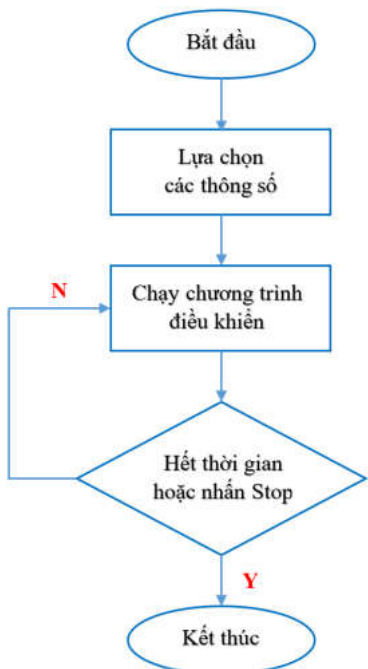
Lực kéo được lựa chọn bởi người sử dụng. T0 là thời gian kéo lên từ lúc bắt đầu cho tới khi bằng lực kéo, T12 là thời gian giữ lực kéo, T3 là thời gian xả tải để kết thúc điều trị. Tổng thời gian của liệu trình kéo (T_{lt}) được xác định bằng công thức:

$$T_{lt} = T0 + T12 * N + T3$$

Trong đó, N là số lần lặp lại chu trình trong khoảng thời gian điều trị.

III. Phương pháp, vật liệu nghiên cứu

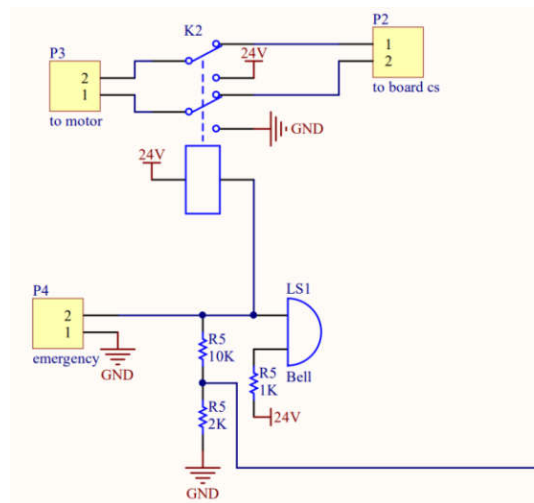
Để đảm bảo an toàn trong quá trình điều trị, lực kéo được theo dõi liên tục để tự động điều chỉnh. Khi giá trị đo được vượt quá giá trị lực thiết lập, hệ thống điều khiển động cơ nhà dây kéo, ngược lại, động cơ sẽ kéo dây cho đến khi giá trị lực đo được cân bằng với giá trị thiết lập. Yêu cầu của chương trình kiểm soát lực là động cơ phải điều chỉnh được tốc độ quay thích hợp và quá trình đọc lực phải liên tục với thời gian 5 ms/lần. Lưu đồ thuật toán điều khiển cho thiết bị như sau:



Hình 6. Lưu đồ thuật toán chương trình điều khiển

Thiết bị được thiết kế thêm công tắc

an toàn để đảm bảo luôn luôn có thể dừng hoạt động trong trường hợp khẩn cấp. Khi công tắc an toàn được nhấn, hệ thống điều khiển động cơ sang trạng thái nhả dây và phát còi báo.



Hình 7. Sơ đồ mạch nối với công tắc an toàn

IV. Kết quả và thảo luận

Đầu kéo giãn cột sống hoàn chỉnh bao gồm: 01 máy chính, 01 dây công tắc an toàn, 01 dây nguồn.



Hình 8. Thiết bị kéo giãn cột sống hoàn chỉnh

Để kiểm tra lực kéo của động cơ, chúng tôi sử dụng thiết bị đo lực Force

Gauge FG-5100 của hãng Lutron, so sánh với kết quả hiển thị lực trên màn hình. Kết quả đo 30 lần với thông số thiết lập trên màn hình là 12 kg, 15 kg và 20 kg, cho kết quả như sau:

Bảng 2. Kết quả kiểm tra lực kéo

Lần đo	Giá trị đo trên FG-5100	Giá trị hiển thị trên thiết bị
1	11,80	12
2	11,60	12
3	11,75	12
4	11,85	12
5	11,90	12
6	11,70	12
7	11,95	12
8	11,75	12
9	11,65	12
10	11,70	12
11	14,58	15
12	14,66	15
13	14,64	15
14	14,72	15
15	14,71	15
16	14,69	15
17	14,73	15
18	14,81	15
19	14,88	15
20	14,94	15
21	19,61	20
22	19,68	20
23	19,74	20
24	19,86	20
25	19,93	20
26	19,79	20
27	19,87	20
28	19,66	20
29	19,82	20
30	19,65	20

Kết quả thu nhận sau 30 lần thử nghiệm đo cho thấy sự hiệu quả của thiết bị kéo dẫn cột sống đối với người bệnh. Tùy theo mức độ tăng giảm của lực kéo ứng với tình trạng bệnh của từng bệnh nhân thì kết quả cho thấy độ ổn định và sai số là trong khoảng chấp nhận được.

V. Kết luận

Bài báo đã trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị kéo giãn cột sống điều khiển tự động, sử dụng các linh kiện có sẵn trên thị trường tại Việt Nam, với hai chương trình kéo tự động là ngắt quãng và liên tục. Thiết bị hoạt động ổn định, với lực kéo được kiểm tra bằng thiết bị đo lực, với sai số trong các lần kiểm tra không vượt quá 5%, đảm bảo an toàn cho người sử dụng.

Hướng phát triển tiếp theo của nhóm tác giả sẽ triển khai thử nghiệm lâm sàng, tham khảo các phác đồ điều trị để tích hợp vào phần mềm điều khiển, có thể tự động đưa ra phác đồ dựa trên dữ liệu của bệnh nhân (tuổi, cân nặng, tình trạng bệnh,...). Đồng thời, cải thiện hơn về quá trình kiểm soát an toàn trong khi điều trị dựa trên tín hiệu phản hồi sinh học của bệnh nhân.

Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Thị Thu Hiền, Nguyễn Thị Kim Ngọc, Tống Huyền Trang, Phạm Thị Quỳnh Hoa, Nguyễn Mạnh Tuyên (2020). Đánh giá chất lượng cuộc sống ở bệnh nhân đau thắt lưng bằng thang điểm SF-36 tại Bệnh viện Trung ương Quân đội 108. *Tạp chí y dược lâm sàng 108*, 156-162.
- Nguyễn Thị Huỳnh Như, Nguyễn Hùng Trần (2024). Khảo sát đặc điểm lâm sàng, cận lâm sàng và đánh giá hiệu quả điều trị đau lưng do thoái hóa cột sống thắt lưng bằng thuốc kháng viêm NSAIDS tại Trung tâm cơ-xương-khớp Bệnh viện Đại học Võ Trường Toản. *Tạp chí y dược học Cần Thơ*, số 73/2024, 24-30.
- Trần Phương Đông, Phan Thị Hồng Nhung (2024). Đánh giá tác dụng giảm đau của phương pháp điện châm kết hợp kéo giãn cột sống trên bệnh nhân thoát vị đĩa đệm cột sống thắt lưng. *Tạp chí Y học Việt Nam*, Tập 536, Tháng 3, số 2 - 2024, 81-85.

- Nguyễn Văn Tuấn (2021). Kết quả điều trị đau dây thần kinh tọa do thoát vị đĩa đệm bằng phương pháp điện châm kết hợp kéo giãn cột sống thắt lưng. *Tạp chí y học Việt Nam*. 2021. 501 (1), 153-156.
- Bùi Vĩnh An (2022). Đánh giá tác dụng của điện châm kết hợp kéo giãn cột sống trong điều trị hội chứng thắt lưng hông do thoát vị đĩa đệm tại Bệnh viện quân y 109. *Tạp chí Y học quân sự*, số 359 (7-8/2022), 32-36.
- Lê Văn Hiệp, Ngô Quỳnh Hoa (2025). Tác dụng giảm đau và cải thiện tầm vận động cột sống thắt lưng của điện châm, kéo giãn cột sống, và sóng xung kích trên bệnh nhân đau thần kinh tọa do thoát vị đĩa đệm cột sống thắt lưng. *Vietnam Journal of Community Medicine*, Vol. 66, No. 6, 122-128.
- Lê Thị Thanh Nhân, Nguyễn Đức Cảnh, Trịnh Công Sơn, Hồ Thị Hiền (2022). Nhu cầu chăm sóc phục hồi chức năng cho người bệnh thoái hóa cột sống thắt lưng tại Bệnh viện Y học Cổ Truyền. *Tạp chí Khoa học Nghiên cứu Sức khỏe và Phát triển*, Tập 06, Số 03-2022.
- Phùng Danh Tùng, Trần Danh Tiến Thịnh (2024). Điều trị bảo tồn thoát vị đĩa đệm cột sống thắt lưng: phác đồ kết hợp sóng ngắn, xoa bóp bấm huyệt, điện châm và kéo giãn cột sống. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới*, số 34 (2024), 113-122.

RESEARCH, DESIGN AND MANUFACTURE OF AN AUTOMATICALLY CONTROLLED SPINAL TRACTION DEVICE FOR PHYSICAL THERAPY APPLICATIONS

Do Dinh Hung¹, Do Khoa Binh², Nguyen Van Man², Tran Thi My Nhung²

***Abstract:** Spinal traction is one of the therapeutic methods used in physical therapy for the treatment of degenerative spine diseases, intervertebral disc herniation, scoliosis, and related conditions. This method can be combined with thermal therapy, electroacupuncture, and shockwave therapy to enhance treatment effectiveness. Compared with conventional continuous traction using weights, automatically controlled traction provides higher therapeutic efficacy. This paper presents a solution for the design and fabrication of an automatic spinal traction device, covering mechanical design, electronic circuitry, and control systems, and is suitable for practical applications in Vietnam.*

***Keywords:** spinal traction, physical therapy, automatic control, shockwave, electrotherapy*

¹ Faculty of Electric and Electronic Engineering, Hanoi Open University, Hanoi, Vietnam

² Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh, Vietnam