

Original Article

뇌졸중 환자에 대한 레이저 치료의 효과: 체계적 문헌고찰 및 메타분석

안다영¹, 선승호^{1*}

¹상지대학교 한의과대학 내과학교실

The Effect of Laser Therapy for Stroke Patients : A Systematic Review and Meta-analysis

Da-young An¹, Seung-ho Sun^{1*}

¹Department of Internal Korean Medicine, College of Korean Medicine, Sangji University

Objectives: This study is purposed to investigate the effect and safety of laser therapy for stroke patients by systematic review and meta-analysis of the randomized controlled trials (RCTs).

Methods: RCTs on the treatment of laser therapy for stroke patients were selected among the literature published from January 2000 to June 2022 in twelve domestic and foreign databases. The quality of the literature was evaluated using the Cochrane's Risk of Bias tool and RevMan 5.4 was used for the synthesis of results.

Results: Total 2,598 patients with stroke were finally selected from 18 RCTs. Meta-analysis showed that laser therapy was effective in significantly improving activities of daily living (MBI), motor function (effective rate), upper motor function (FMA-UE), shoulder pain related factors (CGRP, ET-1, BK). Overall, the risk of bias was uncertain or low in the quality assessment of the literature.

Conclusions: Although it is unclear that laser therapy is more effective than sham laser, laser therapy might be more effective in improving symptoms than conventional rehabilitation alone. Furthermore, no serious adverse events were founded in laser therapy studies. However, the quality of the selected literature was generally low. Therefore, further studies with high methodological quality on laser therapy for stroke patients would be required in the future.

Key Words : Stroke, Systematic review, Meta-analysis, laser therapy, laser acupuncture

서론

뇌졸중은 갑작스럽게 진행되는 국소적인 혹은 전체적인 뇌기능 장애가 24시간 이상 지속되는 질환을 말하며, 뇌혈관이 갑자기 막혀서 뇌손상이 발생하는 허혈뇌졸중과 뇌혈관이 터져서 발생하는 출혈뇌졸중으로 구분된다¹⁾. 뇌졸중은 주요 사망 원인 중 하나

이며, 사망하지 않더라도 여러 후유증을 겪게 된다¹⁾. 뇌졸중 급성기에는 뇌손상을 최소화하여 초기 재발을 방지하며, 동반될 수 있는 합병증을 최소화하기 위한 치료가 이루어지고, 내과적 및 신경학적으로 안정이 되면 뇌졸중 환자의 후유증 방지를 위하여 가능한 빠른 시간 내에 재활 치료가 권고된다¹⁾. 손상된 부위나 증증도에 따라 후유증은 다양하게 나타나

• Received : 17 November 2023

• Revised : 9 February 2024

• Accepted : 16 February 2024

• Correspondence to : Seung-ho Sun

Department of Internal Korean Medicine, College of Korean Medicine, Sangji University

Tel : +82-33-741-9202, Fax : +82-33-732-2124, E-mail : sunguy2001@hanmail.net

는데, 감각이상, 운동장애, 통증, 사지의 강직, 인지 기능 장애, 연하장애, 언어장애, 우울증 등이 나타날 수 있다^{1,2)}. 인구 고령화가 심해지면서 뇌졸중 환자의 증가가 예상되고, 이에 따라 뇌졸중 환자의 삶의 질이 저하되고 사회 경제적 부담이 증가^{3,4)}하며 뇌졸중 치료를 위한 여러 치료법이 시도되었고, 레이저 치료법이 그 중 하나라고 볼 수 있다⁵⁾.

최근 의료 현장에서는 레이저를 다양한 질환에 활용하고 있으며, 각종 의료 분야에서 다양한 레이저 시술이 시행되고 있다⁶⁾. 레이저(Laser)는 ‘Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 약자’로, 고도의 직진성과 높은 집적 효과를 지닌 광선을 복사, 증폭시키는 장치를 말한다^{6,7)}. 레이저 침을 포함한 레이저 치료는 유도방출을 통하여 원하는 빛을 증폭시켜 치료부위에 에너지를 전달하는 치료방법이다⁶⁾.

레이저 치료는 생체 자극 효과가 있고, 이를 통해 통증 억제, 상처 회복, 생리활성 조절 등의 효과⁸⁾를 보인다. 혈관 내 조사를 제외한 경혈 혹은 경근 부위의 레이저 조사는 통증 및 감염의 위험이 없는 비침습적인 치료이며, 환자의 만족도가 높아 근골격계 질환⁹⁾, 호흡기 질환¹⁰⁾, 소아의 두통¹¹⁾ 등 각종 질환에 활용되고 있다.

현재 레이저 치료는 뇌졸중 환자에게도 시행되고 있으며, 레이저 치료가 뇌졸중 환자의 증상 회복에 효과적이라는 보고¹²⁾가 있으나 이에 대한 체계적 문헌 고찰은 아직 진행되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자의 여러 임상 증상에 대한 무작위 대조 임상연구를 대상으로 체계적 문헌고찰 및 메타 분석을 실시하여, 뇌졸중 환자에 대한 레이저 치료의 효과 및 안전성을 고찰하고자 한다.

대상 및 방법

1. 데이터베이스 선택 및 검색

최신 경향을 파악하고자 2000년 이후의 발행 문

헌을 대상으로 하였다. 2000년 1월 1일부터 2022년 06월 30일까지 발표된 문헌을 대상으로 검색을 진행하였다.

오아시스(oasis.kiom.re.kr), 학술연구정보서비스(www.riss.kr), 한국전통지식포털(www.koreantk.com), 과학기술정보통합서비스(www.ndsl.kr), 한국학술정보(search.koreanstudies.net), 한국의학논문데이터베이스(kmbase.medric.or.kr), DBpia (www.dbpia.co.kr), PubMed (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), EMBASE (https://www.embase.com), Cochrane (www.cochrane.org), Wanfang(www.wanfangdata.com.cn), Chinese Academic Journals(CAJ; www.cnki.net)의 12개의 국내외 온라인 데이터베이스를 이용하여 뇌졸중 환자에 레이저 치료를 활용한 연구를 검색하였다. 검색어의 한글 표현으로 ‘레이저 치료’, ‘레이저 침’, ‘뇌졸중’, ‘중풍’, ‘무작위 대조 비교 임상시험’을 사용하였고, 중국어 표현으로 ‘脑卒中’, ‘卒中’, ‘激光穴位’, ‘激光’, ‘随机’를 사용하였으며, 영어 표현으로는 ‘stroke’, ‘laser acupuncture’, ‘laser therapy’, ‘randomized controlled trial’을 사용하였다.

2. 자료 선정 및 배제 기준

1) 연구 대상(Participants)

뇌졸중으로 진단받은 환자를 대상으로, 뇌졸중 환자에게 레이저 치료를 한 연구를 포함하였다. 연령, 성별, 이환 기간, 질병의 경중에는 제한을 두지 않았다. 인간을 대상으로 하지 않은 연구는 제외하였다.

2) 치료 중재(Intervention)

치료군에게 레이저 치료를 단독으로 시행하였거나, 레이저 및 약물 및 물리치료 등 통상적인 치료를 병용한 경우를 대상으로 하였다. 레이저 치료를 중재로 하였더라도 레이저 치료의 효과를 검증하기 위한 연구가 아닌 경우는 제외하였다. 레이저 치료의 빈도, 강도, 시간 등은 제한하지 않았다.

3) 대조 중재(Comparison)

대조군은 약물치료 혹은 물리치료 등의 치료 방법을 포괄하였으며, 비교 대상의 구체적인 치료 방법, 횟수, 기간 등에는 제한을 두지 않았다. 레이저 치료와 침부 요법, 이침 치료 등 결합 요법과 통상적인 치료를 비교한 경우는 레이저 단독 치료의 효과를 명확히 규명하기 어려우므로 제외하였다. 또한 레이저의 파장이나 출력의 차이를 대상으로 하는 연구, 한 연구 내에서 치료 조건 변수가 모두 다르고, 공통 변수가 없는 경우는 결과 분석에서 배제하였다.

4) 연구 설계(Study design)

제시한 검색어를 통해 검색된 문헌들의 제목과 초록을 확인한 후 문헌을 선정하였다. 이 중 무작위 대조 임상 연구들을 검토하였으며, 관찰연구, 증례보고, 실험실 연구, 문헌 고찰 등은 분석대상에서 제외하였다.

3. 연구 대상 자료 분석

1) 자료 추출

중복된 연구를 제외하고 제목과 초록, 원문을 검토하여 최종 분석할 연구를 선정하였다. 제1저자, 출판 연도, 연구 형태, 중재군 치료법, 대조군 치료법, 참가한 대상자 수, 중재 기간 및 과정, 결과 지표, 이상반응 항목들에 대하여 자료를 추출하였다. 레이저 치료와 관련하여 구체적인 치료 부위, 파장, 출력 등에 대하여 분석하였다. 대조군의 치료법에 관해서도 치료 기간 및 시간, 구체적인 치료 방법에 대해서도 자료를 추출하였다.

2) 비뚤림 위험 평가

본 연구에서 선정된 문헌의 비뚤림 위험을 평가하기 위하여 Cochrane risk of bias (RoB) 평가법^{13, 14)}에 따라 평가하였다. 모든 항목의 평가는 포함된 연구들에 관련된 내용이 원문에 직접적으로 명시된 경우에만 인정하는 것으로 하였다.

3) 통계 분석

선정된 연구 결과를 요약하기 위하여 Cochrane Collaboration software[Review Manager (RevMan) Version 5.4 for Windows. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre]를 사용하여 결과 값이 이분형 변수인 경우 승산비(odds ratio ; OR), 연속형 변수인 경우 평균차(Mean difference ; MD)와 95% 신뢰구간(confidence interval ; CI)으로 추출하였다¹⁴⁾. 또한 카이제곱 검정 및 Higgins I² 통계량을 통해 연구들 간의 이질성을 판단하였다. I²이 0~30%이면 이질성이 작고, 30~75%는 이질성이 중간 정도이며, 75% 이상은 이질성이 크다고 보았다. I²값이 50% 미만인 연구들의 결과를 고정 효과 모형(Fixed effect Model)을 이용하였으며, I²값이 50% 이상인 경우 변량 효과 모형(Random effect Model)을 이용하였다.

결 과

1. 자료 선별

데이터베이스를 이용하여 검색한 결과 오아시스에서는 0편, RISS에서는 10편, 한국전통지식포털에서는 11편, 과학기술정보통합서비스에서는 8편, 한국학술정보에서는 0편, 한국의학논문데이터베이스에서는 1편, DBpia에서는 1편, Pubmed에서는 251편, EMBASE에서는 1,012편, The Cochrane library에서는 330편, CAJ에서는 389편, Wangfang에서는 357편 등 총 2,370편의 문헌이 검색되었으며 중복 문헌 385편을 배제하였다. 일차적으로 검색된 문헌들의 제목과 초록을 보고 대상, 중재, 연구 형식과 관련 없는 문헌 1,846편을 배제하였다. 이차적으로 원문 등을 분석하여 RCT가 아닌 문헌 9편, 뇌졸중에 대한 문헌이 아닌 문헌 22편, 레이저 치료를 중재로 하지 않은 문헌 30편, 중재군이 레이저 치료와 침부 요법, 전침과 병행 등 적절하지 않은 경우 56편, 어떤 방법으로도 원문을 구할 수 없는 문헌 4편을 배제하였다. 최종적으로 18편¹⁶⁻³³⁾의 문헌을 선정하

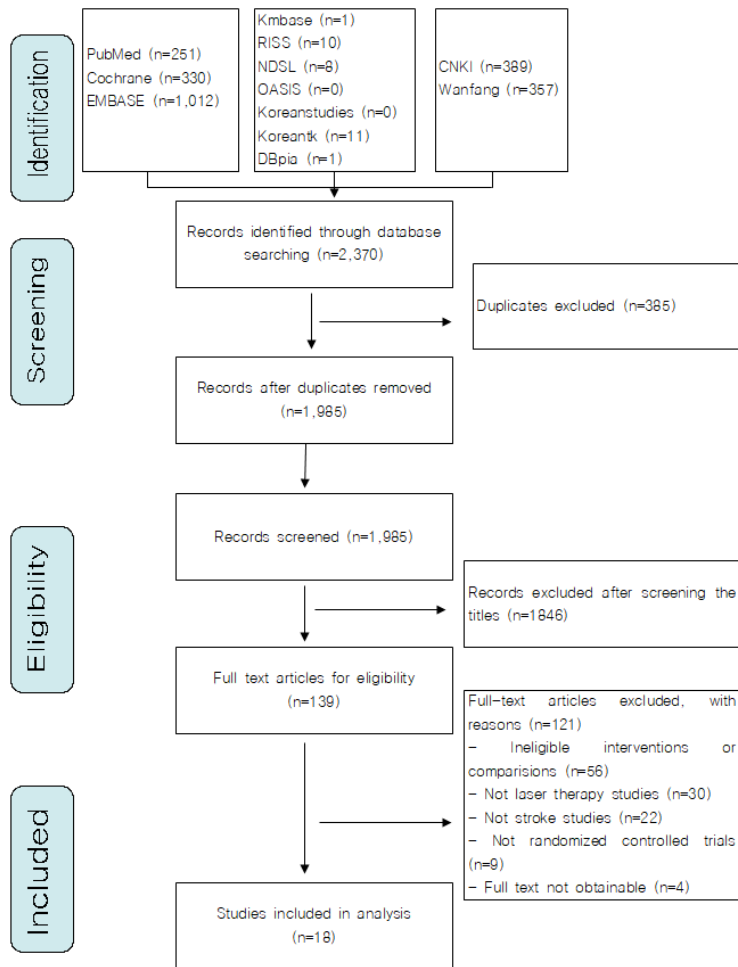


Fig. 1. PRISMA flow chart of study selection for Literature Reviews.

RISS: Research Information Sharing Service, NDSL: National Digital, Science Library, OASIS: Oriental Medicine Advanced Searching, Integrated System, CNKI: China National Knowledge Infrastructure.

여 분석하였다(Fig. 1)

2. 선정 문헌의 특성

1) 연구 대상 분석

최종 선정된 문헌¹⁶⁻³³⁾의 참여자 수는 총 2,598명이었고, 중재군은 1,324명, 대조군은 1,274명이며, 이 중 2,593명이 분석되었다. 분석된 중재군은 1,324명, 대조군은 1,269명이었다. 참여자 수가 가장

적은 문헌은 Yu(2018)의 문헌²⁷⁾으로 총 36명이 참여했고, 참여자 수가 가장 많은 문헌은 Zivin(2009)의 문헌¹⁷⁾으로 총 660명이 참여했다. 17편의 문헌^{16-31,33)}에서 참여자의 나이가 언급되었으며, 참여자의 나이는 33~83세로 다양하게 나타났다. 전체 참여자 중 남성은 1,433명(58.7%), 여성은 1,010명(41.3%)이었다. 2편의 문헌^{23,32)}은 참여자의 성별을 언급하지 않았다.

연구 참여자의 뇌졸중의 종류를 밝힌 문헌은 15편^{16-22,24,25,27,28,30-33}으로, 10편^{19-21,24,25,28,30-33}은 뇌경색 환자와 뇌출혈 환자 모두를 대상으로 삼았고, 5편^{16-18,22,27}은 뇌경색 환자만 대상으로 삼았다.

2) 중재군 분석

중재군의 치료 횟수를 언급한 문헌은 14편^{19-22,24-33}으로, 최소 5~10회^{19,21,26,33}에서 최대 48회²⁸까지 다양하였으며, 10회 이하 4편^{19,21,26,33}, 11회~20회가 4편^{20,22,24,32}, 21회~30회가 4편^{25,27,30,31}, 31회 이상이 2편^{28,29}이었다.

레이저 치료의 파장에 대해서 언급한 문헌은 17편^{16-19,21-33}이었다. 600 nm~700 nm의 파장을 쓴 문헌이 9편^{19,21,22,24,25,27,28,31,32}으로 가장 많았다.

레이저 치료의 출력에 대해서 mW로 언급한 문헌은 12편^{21-31,33}이었고, %로 언급한 문헌 1편²⁰, J/cm²로 언급한 문헌은 1편¹⁶이었다. 10 mW이하가 5편^{21,22,24,25,28}이었고, 8 W이상이 3편^{30,29,33}이었다.

치료 부위는 증상에 따라 각 문헌마다 다양하였다. 18편의 문헌¹⁶⁻³³ 중 레이저 침 치료에 입각하여 경혈 명을 언급한 연구는 4편^{20,24,27,31}이었다. 4편^{20,24,27,31} 모두에서 공통적으로 사용한 경혈은 LI4(합곡)이었다. 3편^{19,21,22}은 혈관 내에 조사하였고, 6편은 어깨 부위^{23,25,26,29,30,33}에 조사하였다. 3편¹⁶⁻¹⁸은 머리 부위에 조사하였고, 1편²⁸은 비강 내에, 2편^{20,32}은 정상신경절 부위에 조사하였다.

3) 대조군 분석

연구 디자인에 따라 레이저 치료와 가짜 레이저 치료를 비교한 연구가 3편¹⁶⁻¹⁸, 레이저 단독 치료와 간섭파 요법, 전기치료 등 물리치료를 비교한 연구가 3편^{23,24,26}, 레이저 치료와 약물치료를 비교한 연구가 1편²², 레이저 치료와 약물치료 복용군과 약물치료 단독 복용군을 비교한 연구가 1편³², 레이저 치료와 물리 치료 혹은 인지 치료 등 기존 치료 병행 치료군과 표준 치료 비교 연구가 10편^{19-21,25,27-31,33}이었

다. 가짜 레이저 치료¹⁶⁻¹⁸는 레이저 치료기기의 전원을 켜지 않는 방식으로 이루어졌다.

4) 안전성 분석

7편의 문헌^{16-18,22,24,29,32}에서 이상 반응 유무를 보고하였다. 4편^{16,17,22,29}에서는 이상 반응이 없다고 하였다. Feng(2013)의 문헌²⁴에서 2명이 신경통을 호소하였다고 서술하였고, Hacke(2014)의 문헌¹⁸에서 5명이 치료 부위의 통증, 피부의 열상 혹은 부종을 호소하였다고 서술하였다. He(2022)의 문헌³²에서는 졸음, 현기증, 입마름 등을 호소하였다(Table 1).

5) 대조 치료 방법 분석

(1) 레이저 치료와 가짜 레이저 치료 비교

3편의 문헌¹⁶⁻¹⁸에서 레이저 치료와 가짜 레이저 치료를 비교하였다. Lampl (2007)¹⁶의 연구에서는 발병 24시간 이내의 급성 뇌졸중 환자에게 경두개 레이저 치료와 가짜 레이저 치료를 실시한 결과를 비교하였다. 그 결과 NIHSS 및 mRS 등이 대조군에 비해서 유의한 차이를 보였다.

Zivin (2009)¹⁷의 연구도 발병 24시간 이내 급성 뇌졸중 환자에게 경두개 레이저 치료와 가짜 레이저 치료를 실시한 결과를 비교하였다. 연구 결과 레이저 치료군의 NIHSS 및 mRS 등이 대조군에 비해 우수하였으나 통계적 유의성을 보이지 않았다.

이후 Hacke (2014)¹⁸도 발병 24시간 이내 급성 뇌졸중 환자에게 경두개 레이저 치료와 가짜 레이저 치료를 실시한 결과를 비교하였다. 그 결과 레이저 치료가 NIHSS와 mRS 등에서 임상적으로 유의미한 효능이 없는 것으로 평가하였다.

(2) 레이저 치료와 다른 치료의 비교

1편²²의 문헌은 레이저 치료와 약물 치료를 비교하였고, 3편^{23,24,26}의 문헌은 레이저 치료와 물리 치료를 비교하였다. Liu(2005)²²는 발병 2~48시간 이내의 뇌경색 환자를 대상으로 혈관 내 레이저 치료군

Table 1. Summary of the Randomized Controlled Trials of Laser Therapy for Stroke

Authors (year)	Study design	Sample size (intervention/control)	Stroke type (duration)	Gender (M/F) (A:intervention B:control)	Age (mean age)	Intervention Treatment		Control Treatment (time × sessions)	Main outcomes	Adverse event	
						Regimen (time × sessions)	Applied points				
Lamp ⁽⁶⁾ (2007)	RCT	120 (79/41)	Cb-inf (<1 day)	A: 43/36 B: 26/15	NR (A: 70.2 B: 68.5)	Laser (2 min × NR, mean treatment time 18 hours)	808 nm 1 J/cm ²	On the head	Sham (2 min × NR, mean treatment time 16 hours)	① NIHSS ② mRS ③ BI ④ GOS	None
Zivin ⁽⁷⁾ (2009)	RCT	660 (331/329-2 drop out)	Cb-inf (<1 day)	A: 183/148 B: 189/138	NR (A: 70.4±12.6 B: 70.0±11.9)	Laser (2 min × NR, NR)	808 nm NR	On the head	Sham (2 min × NR, NR)	① NIHSS ② mRS	None
Hacke ⁽⁸⁾ (2014)	RCT	630 (316/314)	Cb-inf (<1 day)	397/233	66±10 (A: 66±10 B: 65±11)	Laser (2 min × NR, NR)	808 nm NR	On the head	Sham (2 min × NR, NR)	① NIHSS ② mRS	5: Pain, skin laceration or erythema
Jiang ⁽⁹⁾ (2001)	RCT	60 (30/30)	Cb-inf Cb-hmrr (<5 days)	A: 15/15 B: 16/14	A: 44-80 (52.2) B: 45-79 (51.2)	Laser (60 min × 5-10 sessions) + conventional treatment (NR) -circulation of blood, etc.	633 nm NR	Intravascular: NR	Conventional treatment (NR): circulation of blood, etc.	① total effective rate	NR
Luo ⁽²⁰⁾ (2001)	RCT	40 (20/20)	Cb-inf: 24 Cb-hmrr: 16 (1 day~3 years)	20/20	47-76 (NR)	Laser (10 min × 14 sessions) + conventional treatment (medication), Relab(NR)	NR 70%	Stellate ganglion, LI1, TE5, LI4, GB20, GB30, BL54, SP6, SP9 (NR)	Conventional treatment (medication), Relab (NR)	① SSS ② MBI ③ Effective rate	NR
Pat ⁽²¹⁾ (2003)	RCT	300 (150/150)	A: Cb-inf 126 B: Cb-hmrr: 24 Cb-inf: 124 Cb-hmrr: 26 (2-10days)	A: 72/78 B: 81/69	A: 40-75 (58.2±0.5) B: 47-69 (57.5±9.7)	Laser (30-60 min × 8-10 sessions) + conventional treatment (medication), Relab (45 min × 5-6 days/week × NR)	633 nm 3-5 mW	Intravascular: Median Antebrachial vein	Conventional treatment (medication), Relab (45 min × 5-6 days/week × NR)	① FMA ② BI	NR
Liu ⁽²²⁾ (2005)	RCT	82 (41/41)	Cb-inf (2-48hours)	A: 28/13 B: 27/14	A: 56-85 (63.4±9.4) B: 45-83 (64.2±8.7)	Laser (60 min × 20 sessions)	633 nm 1.5-2.0 mW	Intravascular: Median Antebrachial vein	Aspirin 300 mg/every day	① General effective rate ② Blood viscosity ③ Red cell hematocrit ④ RBC count ⑤ Cholesterol of blood lipid	None
KARABE GOVIC ⁽²³⁾ (2009)	RCT	70 (35/35)	NR (NR)	NR	NR (63.4±8.8)	Laser (NR)	830 nm 50 mW	On the painful points in the shoulder and area of swelling dorsum of the hand	Relab(NR): Electrotherapy	① VAS ② DASH ③ BI ④ FIM	NR

Table 1. Summary of the Randomized Controlled Trials of Laser Therapy for Stroke

Authors (year)	Study design	Sample size (intervention/control)	Stroke type (duration)	Gender (M/F)		Age (mean age)	Intervention Treatment		Control Treatment (time × sessions)	Main outcomes	Adverse event
				A: intervention	B: control		Regimen (time × sessions)	Applied points			
Feng ²⁴⁾ (2013)	RCT	50 (25/25)	Cb-inf: 38 Cb-hmrr: 12 (NR)	A: 18/7 B: 18/7	33-71 (NR)	Laser (5-15 min × 14 sessions)	L14, PC6, LI11, LI10, LI15, GB30, SP10, ST36, GB34, LR3	Conventional treatment; general Rehab (NR)	① Total effective rate	2: Neuralgia	
Hu ²⁵⁾ (2017)	RCT	63 (33/30)	A: Cb-inf: 23 Cb-hmrr: 10 B: Cb-inf: 22 Cb-hmrr: 8 (<3months)	A: 23/10 B: 21/9	A: 60-72 (65.89±15.12) B: 61-73 (66.34±15.32)	Laser (20 min × 24 sessions) + Rehab (30-40 min × 24 sessions) : Bobath training, balance training, and etc.	On the shoulder	Rehab (30-40 min × 24 sessions) : Bobath training, balance training, and etc.	① VAS ② FMA-UE	NR	
Jan ²⁶⁾ (2017)	RCT	38 (20/18)	NR (NR)	21/17	NR (52.92 ± 11.67)	Laser (10 min × 10 sessions)	On single shoulder joint	IFC (30 min × 10 sessions)	① VAS ② PSS ③ SPADI	NR	
Yu ²⁷⁾ (2018)	RCT	36 (19/17)	Cb-inf (<2weeks)	A: 12/7 B: 13/4	NR (A: 54.24±13.12 B: 57.28±9.87)	Laser (20 min × 30 sessions) + Rehab (45 min × 6 weeks) : occupational therapy, balance training, and etc.	Head and GV20, LI10, TE5, LI4	Rehab (45 min × 6 weeks) : occupational therapy, balance training, and etc.	① FMA-UE ② MSS ③ MBI	NR	
Sun ²⁸⁾ (2018)	RCT	50 (25/25)	A: Cb-inf: 19 Cb-hmrr: 6 B: Cb-inf: 18 Cb-hmrr: 7 (<10days)	A: 18/7 B: 20/5	NR (A: 61.03±1.82 B: 60.64±2.51)	Laser (30 min × 48 sessions) + cognitive training (30 min × 48 sessions) and medication	In nasal cavity	Cognitive training (30 min × 48 sessions) and medication	① MMSE ② MoCA ③ LOTCA	NR	
Zhang ²⁹⁾ (2020)	RCT	60 (30/30)	NR (<12weeks)	A: 17/13 B: 15/15	NR (A: 67.3±4.2 B: 68.5±5.0)	Laser (5-10 min × 36 sessions) + Intelligent feedback training system (20 min × 36 sessions)	On the shoulder (biceps, triceps, deltoid, rotator cuff)	Intelligent feedback training system (20 min × 36 sessions)	① PRI ② Swelling degree of the affected side ③ ROM ④ CRGP ⑤ ET-1 ⑥ BK	None	

Table 1. Summary of the Randomized Controlled Trials of Laser Therapy for Stroke (Continued)

Authors (year)	Study design	Sample size (intervention/control)	Stroke type (duration)	Gender (M/F) (A: intervention B: control)	Age (mean age)	Intervention Treatment		Control Treatment (time × sessions)	Main outcomes	Adverse event
						Regimen (time × sessions)	Applied points			
Zhao ³⁰ (2021)	RCT	101 (51/50)	A: Cb-inf: 26 Cb-hmrr: 25 B: Cb-inf: 24 Cb-hmrr: 26 (<4months)	A: 27/24 B: 27/23	A: 51~67 (58.12 ± 2.41) B: 49-65 (57.89 ± 2.37)	Laser (10 min × 28 sessions) + Rehab (30 min × 28 sessions): stretching, hot pack, ice pack, and etc.	On the shoulder (biceps, triceps, deltoid, rotator cuff)	Rehab (30 min × 28 sessions): stretching, hot pack, ice pack, and etc.	① Effective rate ② EMG ③ CGRP ④ ET-1 ⑤ BK ⑥ FMA ⑦ MBI	NR
Q ³¹ (2022)	RCT	114 (57/57)	A: Cb-inf: 38 Cb-hmrr: 19 B: Cb-inf: 35 Cb-hmrr: 22 (NR)	A: 30/27 B: 33/24	48-76 (64.75 ± 6.65) A: 64.72 ± 6.62 B: 64.79 ± 6.69	Laser (20 min × 30 sessions) + Intelligent Rehabilitation robot (20-30 min × 30 sessions)	LU6, TE14, LI11, LI4, LI10, TE5, SP10, ST36, SP6, BL40, GB30, GB34, KI6	Intelligent Rehabilitation robot (20-30 min × 30 sessions)	① Velocity of PCA, MCA, ACA ② BBS ③ FMA-UE ④ FMA-LE	NR
He ³² (2022)	RCT	80 (40/40)	Cb-inf Cb-hmrr (NR)	NR	NR	Laser (10 min × 14 sessions) + Pregabalin (bid × 14 sessions)	On stellate ganglion	Pregabalin (bid × 14 sessions)	① VAS ② SF-36 ③ IL-6	3: Drowsiness, dizziness, drying mouth
Korkmaz ³³ (2022)	RCT	44 (22/22-3:dr op)	A: Cb-inf: 15 Cb-hmrr: 7 B: Cb-inf: 17 Cb-hmrr: 2 (>6months)	A: 10/12 B: 13/6	NR (A: 65.7 ± 11.6 B: 60.4 ± 12.1)	Laser (7.5 min × 9 sessions) + Rehab (NR × 15 sessions): passive, active, stretching, strengthening, and mobilization exercises	On the shoulder (rotator cuff)	Rehab (NR × 15 sessions): passive, active, stretching, strengthening, and mobilization exercises	① VAS ② ROM ③ BRS ④ MAS ⑤ FIM ⑥ SPADI ⑦ NHP ⑧ PTRCT	NR

RCT : randomized controlled trial. M: Male, F: Female, NR : not reported, Cb-inf : cerebral infarction, Cb-hmrr : cerebral hemorrhage, NIHSS : National Institutes of Health Stroke Scale, mRS : modified Rankin Scale, BI : Barthel Index, GOS : Glasgow Outcome Scale, Rehab : rehabilitation therapy, MBI : Modified Barthel Index, FMA : The Fugl-Meyer Assessment, RBC : Red Blood Cell, VAS : visual analogue scale, DASH : The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand, FIM : functional independence measure, FMA-UE : The Fugl-Meyer Assessment for upper extremity, IFC : Interferential current treatment, PSS : Penn shoulders scale, SPADI : Shoulder Pain and Disability Index, MSS : motor status scale, MMSE : The Mini-Mental State Examination, MoCA : Montreal Cognitive Assessment, LOTCA : Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment, PRI : pain rating index, ROM : range of motion, CGRP : calcitonin gene-related peptide, ET-1 : endothelin 1, BK : bradykinin, EMG : electromyogram, PCA : posterior cerebral artery, MCA : middle cerebral artery, ACA : anterior cerebral artery, BBS : Berg Balance Scale, FMA-LE : The Fugl-Meyer Assessment for lower extremity, SF-36 : Short form 36 Questionnaire, IL-6 : Interleukin-6, BRS : Brunnstrom recovering staging, MAS : modified Ashworth scale, NHP : Nottingham health profile, PTRCT : partial thickness rotator cuff tear.

과 아스피린(Aspirin) 복용군을 비교하였다. 그 결과, 레이저치료군이 아스피린(Aspirin) 복용군에 비해서 혈류 점성(Blood viscosity), 적혈구 용적 비중(Red cell hematocrit), 적혈구 개수(RBC count), 혈중 지질(Cholesterol of blood lipid) 항목에서 유의한 개선 효과를 보였다고 밝혔다.

Karabegovic(2009)²³⁾는 어깨와 손의 통증을 호소하는 뇌졸중 환자를 통증 부위 레이저 치료군과 전기 치료군으로 나누어 결과를 비교하였다. 두 그룹 모두 냉찜질과 운동 치료는 공통적으로 받았다. 그 결과 레이저 치료가 통증을 줄이고 삶의 질을 올리는데 유의한 효과가 있었다고 밝혔다.

Feng(2013)²⁴⁾은 반신마비를 호소하는 뇌졸중 환자를 대상으로 각 혈자리에 레이저 치료를 한 치료군과 일반적인 재활 치료를 받은 대조군을 비교하였다. 그 결과 레이저 치료가 사지 기능의 재활에 유의한 효과가 있었다고 밝혔다.

Jan(2017)²⁶⁾은 뇌졸중으로 견관절 통증을 호소하는 환자를 통증 부위 레이저 치료군과 간섭파(Interferential Current Treatment) 치료군으로 나누어 결과를 비교하였다. 그 결과 레이저 치료가 간섭파 치료에 비해 견관절 통증을 줄이고 삶의 질을 높일 수 있다고 밝혔다.

(3) 레이저 치료가 병행 치료로서 적용된 경우

11편^{19-21,25,27-33)}의 문헌이 레이저 치료가 물리 치료, 약물 혹은 인지 치료 등 기존 치료에 병행 시 효과적인지 밝히고자 하였다.

Jiang(2001)¹⁹⁾은 발병 5일 내 뇌졸중 환자를 대상으로 혈액 순환 개선, 뇌 보호 등 일반적 치료를 하였고, 치료군에 혈관 내 레이저 조사를 추가하였다. 그 결과 연하 장애의 개선에 레이저 치료가 유의한 효과가 있었다고 밝혔다.

Luo(2001)²⁰⁾는 발병 1일~3년 내 뇌졸중 환자를 대상으로 약물 및 재활 치료 등을 하였고, 치료군에 각 혈자리에 레이저 치료를 추가하였다. 그 결과 치

료군에서 운동 기능의 회복에 유의한 효과가 있었다고 밝혔다.

Pan(2003)²¹⁾은 발병 2~10일 내 뇌졸중 환자를 대상으로 약물 치료와 재활 치료를 하였고, 치료군에 혈관 내 레이저 조사를 추가하였다. 그 결과 치료군에서 운동 기능의 회복에 유의한 효과가 있었다고 밝혔다.

Hu(2017)²⁵⁾는 발병 3개월 내 뇌졸중 후 견관절 통증을 호소하는 환자를 대상으로 보바스 훈련, 균형 훈련 등 재활 치료를 하였고, 치료군에 어깨 부위의 레이저 치료를 추가하였다. 그 결과 치료군에서 통증의 감소와 운동 기능의 회복에 유의한 효과가 있었다고 밝혔다.

Yu(2018)²⁷⁾는 발병 2주 이내의 뇌경색 환자를 대상으로 작업 훈련, 균형 훈련 등의 물리치료를 하였고, 치료군에 각 혈자리의 레이저 치료를 추가하였다. 그 결과 치료군에서 운동 기능의 회복에 유의한 효과가 있었다고 밝혔다.

Sun(2018)²⁸⁾은 발병 10일 이내의 뇌졸중 환자를 대상으로 인지 훈련을 하였고, 치료군에 비강 내 레이저 치료를 추가하였다. 그 결과 치료군에서 인지 기능 회복에 유의한 효과가 있었다고 밝혔다.

Zhang(2020)²⁹⁾은 견관절 통증을 호소하는 발병 12주 이내의 뇌졸중 환자를 대상으로 지능형 피드백 재활치료(Intelligent feedback training system)를 하였고, 치료군에 어깨 부위 레이저 치료를 추가하였다. 그 결과 치료군에서 견관절 통증의 유의한 감소가 있었다고 밝혔다.

Zhao(2021)³⁰⁾는 발병 4개월 이내 어깨, 손의 통증을 가지고 있는 뇌졸중 환자를 대상으로 온찜질, 냉찜질, 스트레칭 등 물리치료를 실시하였고, 치료군에 어깨 부위 레이저 치료를 추가하였다. 그 결과 치료군에서 견관절 통증의 유의한 감소가 있었다고 밝혔다.

Qi(2022)³¹⁾는 뇌졸중 반신마비 환자에게 로봇재활 치료를 실시하였고, 치료군에 각 혈자리 레이저 치료를 추가하였다. 그 결과 치료군에서 운동 기능 회복

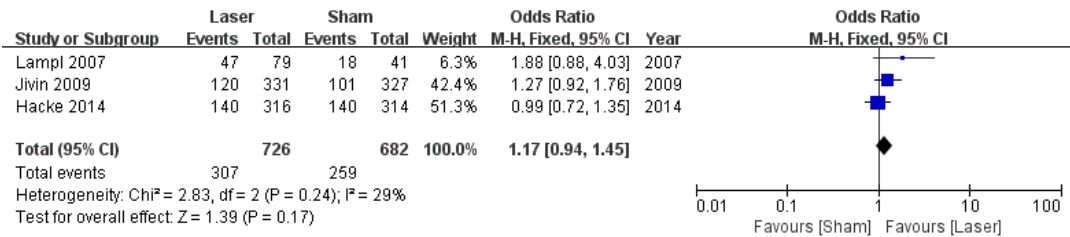


Fig. 2. Results of meta-analysis for 0~2 score ratio of mRS (Laser therapy vs. Sham).
mRS : modified Rankin Scale.

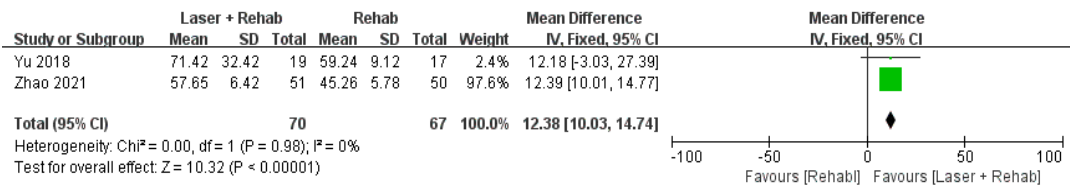


Fig. 3. Results of meta-analysis for MBI score (Laser therapy + Rehab vs. Rehab).
MBI: Modified Bathel Index, Rehab: rehabilitation therapy.

의 유의한 증가가 있었다고 밝혔다.

Korkmaz(2022)³³⁾는 뇌졸중 후 반신마비로 견관절 통증을 6개월 이상 겪고 있는 환자에게 수동, 능동 운동과 스트레칭, 강화 등 재활치료를 실시하였고, 치료군에 어깨 부위 레이저 치료를 추가하였다. 그 결과 치료군에서 견관절 통증의 유의한 감소가 있었다고 밝혔다.

He(2022)³²⁾는 입원 중인 뇌경색 및 뇌출혈 환자 중 신경통을 호소하는 환자를 대상으로 프레가발린(Pregabalin) 복용 및 정상신경절에 레이저 치료를 시행한 치료군과 프레가발린(Pregabalin)만 복용한 대조군을 비교하였다. 그 결과 레이저 치료가 뇌졸중 환자의 통증을 유의하게 줄여주고 삶의 질 점수(SF-36)를 유의하게 증가시켰으며, 혈장의 IL-6 역시 유의하게 감소하였다고 밝혔다.

4. 메타분석

1) 뇌졸중 장애 정도

3편의 문헌^{16,17,18)}에서 레이저 치료에 대한 뇌졸중

의 장애 정도를 mRS로 평가하였다. 3편^{16,17,18)}의 메타분석 결과 레이저 치료가 가짜 레이저 치료에 비해 mRS의 0~2점 비율이 1.17배 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다(95% CI 0.94, 1.45, P=0.17). I²의 값은 29%로 각 문헌 간의 이질성이 낮았다(Fig. 2).

2편의 문헌^{27,30)}에서 뇌졸중의 장애 정도를 MBI로 평가하였다. 레이저 치료와 물리치료 병행치료군에서 물리치료 단독 치료군에 비해 MBI 점수가 높다는 결과를 나타내었다. 2편^{27,30)}의 메타분석 결과, 레이저 치료와 물리치료 병행치료가 물리치료 단독치료보다 MBI 점수의 MD 추정값이 12.38으로 통계적으로 유의하였다(95% CI 10.03, 14.74, P<0.0001). I²의 값은 0%로 각 문헌 간의 이질성이 낮았다(Fig. 3).

2) 운동기능

2편^{20,30)}의 메타분석 결과, 뇌졸중 후 운동기능 회복에 레이저 치료와 물리치료 병행치료가 물리치료 단독 치료보다 총 유효율이 4.03배 높았으며 통계적으로 유의하였다(95% CI 1.50, 10.82 P=0.006). I²

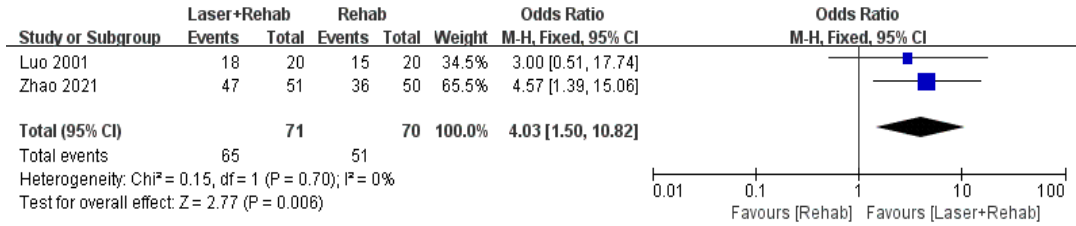


Fig. 4. Results of meta-analysis for total effective rate (Laser therapy + Rehab vs. Rehab).

Rehab: rehabilitation therapy.

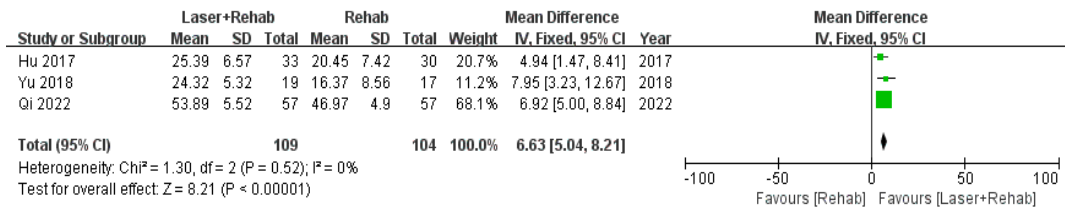


Fig. 5. Results of meta-analysis for FMA-UE (Laser therapy + Rehab vs. Rehab).

FMA-UE : The Fugl-Meyer Assessment for upper extremity, Rehab: rehabilitation therapy.

의 값은 0%로 각 문헌 간의 이질성이 매우 낮았다 (Fig. 4).

3) 상지운동장애

3편의 문헌^{25,27,31})에서 FMA-UE를 사용하여 상지 운동장애를 평가하였다. 3편^{25,27,31})의 메타분석 결과, 뇌졸중 후 상지운동장애의 치료에 레이저 치료와 물리치료 병행치료가 물리치료 단독 치료보다 FMA-UE 점수의 MD 추정값이 6.63배 높았으며 통계적으로 유의하였다(95% CI 5.04, 8.21 P<0.00001). I²의 값은 0%로 각 문헌 간의 이질성이 매우 낮았다(Fig. 5).

4) 뇌졸중 후 견관절 통증 정도 및 염증 관련 지표 변화

(1) 뇌졸중 후 견관절 통증 정도 변화

4편의 문헌^{23,25,26,33})에서 VAS를 사용하여 뇌졸중 후 견관절 통증을 평가하였다. 4편^{23,25,26,33}) 중 2편^{23,26})은 레이저 치료와 간섭파 치료를 비교하였으나 이 중 1편²³)은 구체적인 수치를 언급하지 않았다. 2

편^{25,33})의 문헌은 레이저 치료와 물리치료군을 물리치료군과 비교하였다. 메타분석의 정확도를 위해 레이저 치료와 물리치료군을 물리치료군과 비교한 2편의 문헌^{25,33})만 분석하였다. 분석결과 레이저 치료와 물리치료 병행치료가 물리치료 단독 치료보다 VAS 점수의 MD 추정값이 -1.81이었으며 통계적으로 유의하지 않았다(95% CI -3.55, -0.08 P=0.04). I²의 값은 88%로 각 문헌 간의 이질성이 높았다(Fig. 6).

(2) 뇌졸중 후 견관절 통증 환자의 CGRP 값 변화
2편의 문헌^{29,30})에서 뇌졸중 후 견관절 통증 환자의 CGRP 값을 평가하였다. 분석결과 레이저 치료와 물리치료 병행치료가 물리치료 단독 치료보다 CGRP 값의 MD 추정값이 6.80이었으며 통계적으로 유의하였다(95% CI 5.72, 7.88 P<0.00001). I²의 값은 0%로 각 문헌 간의 이질성이 매우 낮았다(Fig. 7).

(3) 뇌졸중 후 견관절 통증 환자의 ET-1 값 변화
2편의 문헌^{29,30})에서 뇌졸중 후 견관절 통증 환자

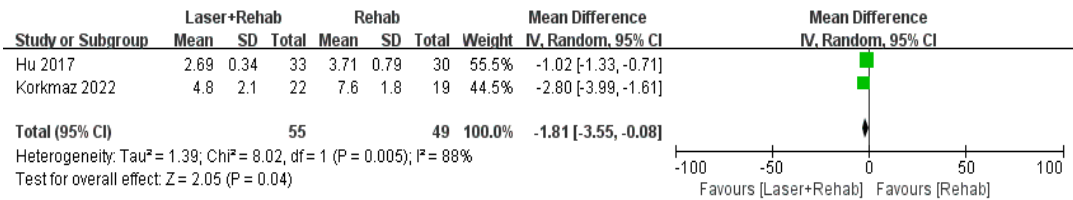


Fig. 6. Results of meta-analysis for VAS (Laser therapy + Rehab vs. Rehab).

VAS : visual analogue scale, Rehab: rehabilitation therapy.

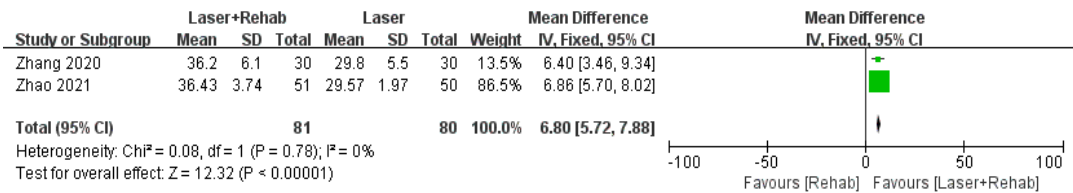


Fig. 7. Results of meta-analysis for CGRP (Laser therapy + Rehab vs. Rehab).

CGRP : calcitonin gene-related peptide, Rehab: rehabilitation therapy.

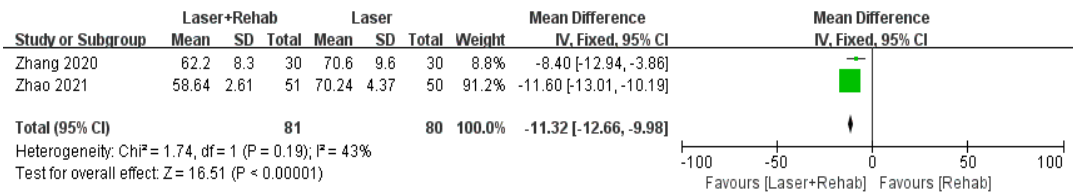


Fig. 8. Results of meta-analysis for ET-1 (Laser therapy + Rehab vs. Rehab).

ET-1 : endothelin 1, Rehab: rehabilitation therapy.

의 ET-1 값을 평가하였다. 분석결과 레이저 치료와 물리치료 병행치료가 물리치료 단독 치료보다 ET-1 값의 MD 추정값이 -11.32이었으며 통계적으로 유의하였다(95% CI -12.66, -9.98 P<0.00001). I²의 값은 43%로 각 문헌 간의 이질성이 중간 정도에 해당하였다(Fig. 8).

(4) 뇌졸중 후 견관절 통증 환자의 BK 값 변화 2편의 문헌^{29,30})에서 뇌졸중 후 견관절 통증 환자의 BK 값을 평가하였다. 분석결과 레이저 치료와 물리치료 병행치료가 물리치료 단독 치료보다 BK값의 MD 추정값이 -1.75이었으며 통계적으로 유의하였

다(95% CI -2.51, -1.00 P<0.00001). I²의 값은 59%로 각 문헌 간의 이질성이 중간 정도에 해당하였다(Fig. 9).

5. 비뚤림 위험 평가

선정된 18편의 문헌¹⁶⁻³³)에 Cochrane의 RoB 도구를 사용하여 비뚤림 위험 평가를 시행하였다. 세부적인 각각의 항목에 대해 비뚤림 위험이 ‘높음’ (High risk of bias), ‘낮음’(Low risk of bias), ‘불확실’ (Uncertain risk of bias) 세 가지로 평가⁴⁰)하였고, 그 결과는 아래와 같다(Fig. 10, 11).

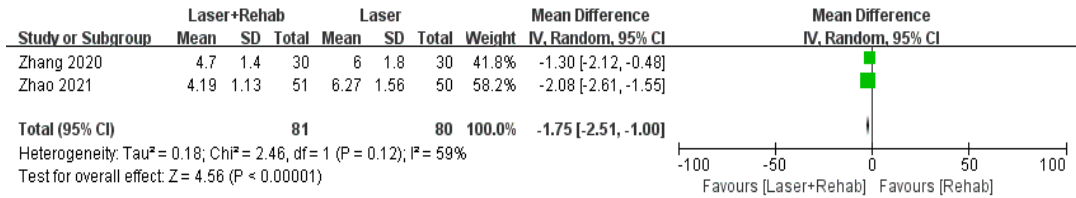


Fig. 9. Results of meta-analysis for BK (Laser therapy + Rehab vs. Rehab).
 BK : bradykinin, Rehab: rehabilitation therapy.

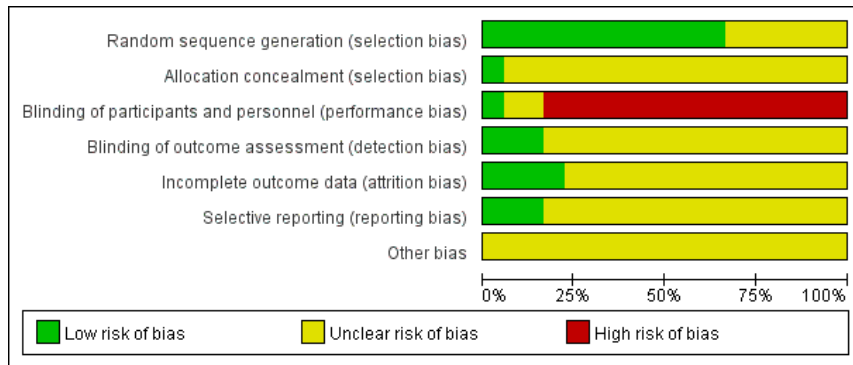


Fig. 10. Risk of bias graph.

1) 무작위 배정 순서 생성

무작위 배정 방법을 언급한 12편의 문헌^{16-19,25-27,29-33})에서 ‘위험도 낮음’으로, 방법론이 언급되지 않은 6편의 문헌^{20-24,28})을 ‘불명확’으로 평가하였다.

2) 배정 순서 은폐

1편의 문헌³³)만 불투명한 봉투 등을 사용한 배정 비공개 방법을 사용하여 ‘위험도 낮음’으로, 나머지 문헌은 ‘불명확’으로 평가하였다.

3) 연구 참여자 및 연구자에 대한 눈가림

레이저 치료와 가짜 레이저 치료를 비교한 3편¹⁶⁻¹⁸)의 문헌 중, 1편의 문헌¹⁶)에서 연구 참여자 및 연구자에 대한 눈가림이 언급되어 ‘위험도 낮음’으로, 2편의 문헌^{17,18})은 연구 참여자 및 연구자에 대한 눈가림이 언급되지 않아 ‘불명확’으로 평가하였다.

나머지 15편의 문헌¹⁹⁻³³)은 레이저 치료 시행군과 비 시행군으로 나누기 때문에 중재의 특성상 시술자 및 환자의 눈가림이 어려워 위험도 ‘높음’으로 평가하였다.

4) 결과 평가에 대한 눈가림

결과 평가에 대한 맹검을 언급한 3편의 문헌¹⁶⁻¹⁸)을 ‘위험도 낮음’으로, 나머지 15편의 문헌¹⁹⁻³³)은 결과 평가에 대한 눈가림이 언급되지 않아 ‘불명확’으로 평가하였다.

5) 불충분한 결과자료

4편의 문헌^{16-18,33})은 중도 탈락자 유무에 대한 언급이 있어 위험도 낮음’으로, 나머지 14편의 문헌¹⁹⁻³²)은 중도 탈락자의 유무가 언급되지 않아 ‘불명확’으로 평가하였다.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Feng 2013	?	?	-	?	?	?	?
Hacke 2014	+	?	?	+	+	+	?
He 2022	+	?	-	?	?	?	?
Hu 2017	+	?	-	?	?	?	?
Jan 2017	+	?	-	?	?	?	?
Jiang 2001	+	?	-	?	?	?	?
Jivin 2009	+	?	?	+	+	+	?
KARABEGOVIĆ 2009	?	?	-	?	?	?	?
Korkmaz 2022	+	+	-	?	+	?	?
LampI 2007	+	?	+	+	+	+	?
Liu 2005	?	?	-	?	?	?	?
Luo 2001	?	?	-	?	?	?	?
Pan 2003	?	?	-	?	?	?	?
Qi 2022	+	?	-	?	?	?	?
Sun 2018	?	?	-	?	?	?	?
Yu 2018	+	?	-	?	?	?	?
Zhang 2020	+	?	-	?	?	?	?
Zhao 2021	+	?	-	?	?	?	?

Fig. 11. Risk of bias summary.
 + : Low risk of bias, - : High risk of bias, ? : Unclear risk of bias.

6) 선택적 보고

3편의 문헌¹⁶⁻¹⁸⁾에서는 프로토콜을 따라 진행한 계획이 제시되어 ‘위험도 낮음’으로 평가하였고, 나머지 15편의 문헌¹⁹⁻³³⁾은 ‘불명확’으로 평가하였다.

7) 기타 비뚤림

모든 문헌¹⁶⁻³³⁾에서 추가 비뚤림을 평가할 만한 정보가 제공되지 않아 ‘불명확’으로 평가하였다.

고 찰

국내에서는 뇌졸중 환자에 대한 양·한방 통합치료가 이루어지고 있으며, 2014년 보고에 따르면 전침 등 침 치료, 약침, 뜸, 한약치료 등의 통합치료를 받은 환자의 만족도가 높고, 중환자가 감소하였다고 한다³⁴⁾.

하지만 침 치료는 통증, 혈종 등의 부작용이 있고, 뜸 치료는 화상 등의 위험이 있다³⁵⁾. 임상 현장에서는 뇌졸중 환자 중 인지 저하 등으로 인하여 침 치료 중 침을 뽑거나 뜸 치료 중에 뜸을 직접 만지려고 하여 화상의 위험 등으로 침구 치료를 시행하지 못하는 경우가 있다. 혹은 침을 맞기 무서워하거나, 침습적인 치료를 기피하는 경우도 있다. 이러한 상황에서 뇌졸중 환자를 치료하기 위한 다양한 치료 방법이 모색되고 있으며, 레이저 치료는 그 중 하나라고 볼 수 있다.

한의학 분야에서 레이저 치료는 레이저 침 치료와 혈맥레이저 치료, 경근 레이저치료, 및 오관 레이저 치료로 나눌 수 있다⁷⁾. 본 연구에서 선정된 18편¹⁶⁻³³⁾의 문헌 가운데 4편^{20,24,27,31)}은 경혈에 레이저를 조사하여 경락이론에 따라 경혈을 자극하기 위한 목적으로 사용되었다⁷⁾. 3편^{19,21,22)}은 혈관 내에 조사하였는데, 혈관 내 조사는 항노화효과 혹은 익기보신(益氣補腎), 온후명문(溫煦命門)의 작용을 가진다고 하였다⁷⁾. 6편의 문헌^{23,25,26,29,30,33)}은 어깨 근육 등의 부위에 조사하였는데, 이처럼 경근과 근육에 레이저를 조사하는 것은 경근의 순환을 돕고 어혈, 담음으로 인한 근육 관절의 동통을 치료할 수 있다⁷⁾. 또한 1편²⁸⁾의 문헌은 비강 내에 조사하였는데, 오관은 혈관이 풍부한 점막 조직이므로 눈을 제외한 이(耳), 구(口), 비강(鼻腔) 내 등 오관의 레이저 조사는 기혈 순환을 도울 수 있다⁷⁾.

2005년의 한 연구에서는 GB43(俠谿)에 레이저 침을 조사하여 functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)로 관찰한 결과 시상, 시상하부, 대뇌의 브로드만 영역 등을 활성화시켜 뇌 기능에 영향을 미친다는 것을 보고³⁶⁾하였다. 2016년에는 건강한 성인에게 13귀혈(鬼穴) 중 2개의 혈위를 제외하고 GV26(水溝), LU11(少商), SP1(隱白) 등 11개의 경혈에 레이저 침을 조사하고 fMRI를 관찰한 결과 뇌의 여러 영역에서 활성이 관찰되었는데, 이는 레이저 침이 뇌의 인지 기능을 조절할 수 있다고 언급³⁷⁾하였다.

중국에서는 Yi 등이 뇌졸중 환자의 재활에 대하여 레이저 치료의 연구 동향¹²⁾을 발표하였다. 그러나 이 연구는 레이저 치료와 운동 이미지 치료, 신경 자극 치료, 중빈도 전기 자극 치료 등의 결합 요법과 기존 물리치료를 비교하였으므로 레이저 치료의 효과를 명확하게 규명하기 힘들다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자의 레이저 치료 효과를 고찰하기 위하여 뇌졸중 환자의 여러 임상 증상에 대한 무작위 대조 임상연구를 대상으로 체계적 문헌고찰 및 메타 분석을 실시하였다. 레이저 단독 치료 혹은 약물, 물리 치료 등에 레이저치료를 추가하여 비교한 연구 등을 검색하였고, 검색 과정에서 레이저 치료와 침부요법, 전침요법 등의 결합요법과 물리치료를 비교하는 연구 등은 레이저 치료의 효과를 명확하게 밝힐 수 없으므로 제외하였다.

분석 결과 최종적으로 선정된 18편의 문헌¹⁶⁻³³⁾에서 연구 참여자 수는 2,598명이고, 이 중 2,593명이 분석되었다. 18편¹⁶⁻³³⁾ 중 15편^{16-22,24,25, 27,28,30-33)}에서 연구 참여자의 뇌졸중의 종류를 밝혔으며, 5편^{16-18,22,27)}은 뇌경색 환자만, 10편^{19-21,24,25,28,30-33)}은 뇌경색 및 뇌출혈 환자를 대상으로 삼았다. 치료는 최소 5~10회^{19,21,26,33)}에서 48회²⁸⁾까지 이루어졌다. 경혈에 레이저 치료를 적용한 연구는 18편 중 4편^{20,24,27,31)}이었으며, 기타 연구는 두부¹⁶⁻¹⁸⁾, 견부^{23,25,26,29,30,33)} 등 다양한 부위를 활용하였다.

다양한 검색 엔진을 통하여 관련된 문헌을 검색하

였으나, 선정된 문헌 대부분이 중국^{19-22,24,25,27-32)}에서 연구되었고 그 외에는 이스라엘, 페루, 스웨덴¹⁶⁻¹⁸⁾ 등과 보스니아 헤르체고비나²³⁾, 파키스탄²⁶⁾, 튀르키예³³⁾ 등에서 연구가 진행되었다. 서양의 경우 침습적인 침 치료에 거부감을 표하거나 통증 때문에 두려워하는 경우가 많아 레이저 치료에 대한 관심이 높은 것으로 보인다. 또한 중국의 경우에도 레이저의 임상 활용과 그 치료 효과에 대한 연구가 활발하여 많은 임상 경험이 쌓이고, 점차 그 응용 범위를 넓혀나가고 있으나, 선정된 문헌 중 국내에서 출판된 문헌은 없어 앞으로 뇌졸중 환자의 레이저 치료에 대한 국내 연구자들과 국가의 관심이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구를 통해서 다음과 같은 점을 알 수 있었다. 첫째, 레이저 치료는 급성기 뇌졸중 환자의 신경학적 회복 및 아스피린(Aspirin)을 대신할 이차 재발 방지, 연하 장애의 개선, 인지 장애의 개선, 초기 운동 기능의 회복 등에 활용되었다. 이후 후유증기에는 뇌졸중 환자의 견관절 통증 및 운동 기능 회복 등에 활용되었다.

둘째, 레이저 치료는 가짜 레이저 치료에 비해 급성기 뇌졸중 환자에게 뇌졸중 증상의 신경학적 회복과 장애 정도 회복에 명확한 유의성이 없는 것으로 보인다.

셋째, 레이저 치료가 아스피린(Aspirin)에 비해서 혈류역학적 개선을 기대할 수 있으나 문헌의 수가 적어 추가 연구가 필요하다. 레이저 치료가 물리치료에 비해 반신마비 환자의 견관절 통증 및 기능 회복에 도움을 줄 수 있으나 역시 문헌 수가 적어 추가 연구가 필요하다.

마지막으로 레이저 치료가 병행 치료로 사용된 연구를 살펴본 결과, 레이저 치료를 뇌졸중 환자의 물리치료 혹은 약물치료에 추가할 수 있으며, 특히 반신마비 환자의 견관절 통증 및 운동 기능 회복에 도움을 줄 수 있을 것으로 보인다.

이처럼 레이저 치료는 뇌졸중 환자를 치료하는데

유효한 효과가 있는 것으로 확인되었으나, 이 연구는 다음과 같은 한계를 가지고 있다.

비뚤림 위험 평가 결과 대부분의 문헌에서 여러 항목이 불확실로 평가되어 결과의 해석에 주의가 필요하다. 우선, 선택의 과정에서 비뚤림이 발생할 가능성이 높았다. 1편³³⁾의 문헌만 불투명한 봉투를 이용하였으므로 배정 순서에 노출 가능성이 낮다고 판단하여 비뚤림 위험이 낮다고 평가하였다. 나머지 문헌은 배정 순서 은폐 방법이 불확실하여 선택의 과정에서 비뚤림이 발생할 수 있다. 따라서 향후 무작위 배정 비교 임상시험을 설계할 때 제3자에 의해 무작위화된 방식이 필요하다.

그리고 중재의 실행 과정에서 비뚤림이 높다고 평가하였다. 통상적인 치료에 레이저 치료를 추가하는 것과 추가하지 않는 것은 레이저 치료 시술자 및 대상자 모두 비뚤림 위험이 증가한다. 이에 따라 결과 평가자에 대한 눈가림이 비뚤림 위험을 줄일 수 있으나 대부분 이를 고려하지 않았으므로 추후에는 이러한 한계점을 고려하여 임상시험을 설계하여야 한다.

또한, 18편¹⁶⁻³³⁾ 중 7편의 문헌^{16-18,22,24,29,32)}에서 이상반응 보고가 이루어졌으며, 그 외 문헌에서는 이상반응에 대한 평가 및 결과에 대한 보고가 언급되지 않았다. 임상 연구를 통하여 레이저 치료의 효과를 밝히는 것도 중요하지만, 안전성을 입증하는 것도 중요하며, 이상 반응이 없었을 경우 이상 반응이 없다고 언급하는 것이 필요하다. 이상 반응이 보고된 문헌에서 언급한 이상 반응은 통증, 치료 부위 열상 혹은 홍반, 졸음, 현기증, 입마름 등이 있었으며, 레이저 치료로 인한 심각한 부작용이나 이상 반응은 없는 것으로 확인되었다.

메타 분석을 통해 뇌졸중 환자에 대한 레이저 치료의 효과를 밝히려 하였지만, 각 증상별 메타 분석의 대상이 되는 문헌은 2~3편에 불과하였다. 그 이유는 각 증상별 문헌의 수가 적으며 평가 지표가 공통적이지 않은 것을 들 수 있다. 따라서 연구 결과 해석 시 주의가 필요하며, 앞으로 표준적인 평가 지

표를 사용한 질 높은 연구가 더 필요하다.

레이저 치료와 가짜 레이저 치료를 비교한 연구 3편¹⁶⁻¹⁸⁾을 통하여 레이저 치료가 가짜 레이저 치료에 비해 뇌졸중 환자의 장애 정도를 회복하는데 통계적으로 유의하지 않았다는 것을 확인하였다. 이 연구 이외에는 레이저 치료와 가짜 레이저 치료에 대한 비교 연구가 없어 레이저 치료가 뇌졸중 환자의 다른 증상 회복에 도움이 되는지 추가 연구가 필요하다. 또한 레이저 단독 치료와 물리치료를 비교한 연구가 3편^{23,24,26)}, 레이저 치료와 물리 치료 혹은 인지 치료 등 기존 치료 병행 치료군과 표준 치료 비교 연구가 10편^{19-21,25,27-31,33)}이었다. 레이저 치료가 병행 치료를 통해 이루어지는 연구가 더 많았는데, 레이저 치료가 기존 치료를 대신하는 것과 레이저 치료를 기존 치료에 추가하는 것 중 어느 방법이 더 효과적 인지에 대하여는 평가 지표가 상이하여 비교할 수 없었다.

이와 같은 제한점이 있지만, 본 연구는 다음과 같은 의의를 가진다. 하나의 뇌졸중 증상에 국한하지 않고, 뇌졸중 급성기의 신경학적 장애부터 후유증기 뇌졸중 환자의 견관절 통증 및 운동장애 등 뇌졸중 후 발생할 수 있는 다양한 증상에 대한 레이저 치료의 효과를 확인하였다. 또한 현재까지 발표된 문헌들에서 레이저 치료의 횟수, 파장의 길이 및 출력 등이 어떻게 이루어졌는지 확인할 수 있었다. 그리고 메타 분석을 통하여 각 증상별 레이저 치료의 효과에 대해 통계적 유의성을 확인하였다.

따라서 본 연구를 통해 기존 임상시험 연구들의 한계를 파악함으로써 향후 레이저 치료의 체계적인 임상 연구 설계에 기초 자료를 제공할 수 있으며, 다음과 같은 보완점이 필요하다. 뇌졸중 환자에게 가장 효과적인 최적의 조사량이 어느 정도인지, 임상적 효과를 낼 수 있는 가장 적절한 치료 기간이 어떻게 되는지 찾아내는 것이 필요하다. 이를 통해 사용된 레이저 치료 기기의 종류, 경혈 혹은 특정 신체부위를 결정하여 표준화된 방법론의 시행, 레이저의 파장

및 출력, 치료 시간 및 횟수 등을 누락 없이 언급하여 향후 레이저 치료 방법에 따른 효과에 대해서도 메타 분석을 시행할 수 있을 것이다. 또한, 일부 증상에서는 총 유효율 등 주관적인 측면이 강한 평가 지표를 사용하여 객관성이 떨어지는 한계가 있으므로, 향후 연구에서는 표준적인 평가 지표를 사용하 수준 높은 무작위 배정 비교 임상시험 연구가 필요하다.

결론

본 연구에서는 뇌졸중 환자에 대한 레이저 치료의 효과를 파악하기 위하여 2000년 1월 1일부터 2022년 6월 30일까지 발표된 문헌을 검색하였으며, 선정된 18편의 무작위 대조 임상연구를 분석하였다. 메타분석 결과 레이저 치료 및 물리치료 병행 치료가 물리치료보다 MBI로 평가된 장애 정도 회복에 유의한 효과가 있는 것을 확인하였다. 레이저 치료 및 물리치료 병행 치료는 물리치료보다 총 유효율로 평가된 운동기능 및 FMA-UE로 평가된 상지운동장애에 통계적으로 유의한 효과가 있었다. 레이저 치료 및 물리치료 병행 치료는 물리치료보다 CGRP, ET-1, BK로 평가된 뇌졸중 후 견관절 통증 및 염증 관련 지표의 변화에 통계적으로 유의한 효과가 있었다. VAS 점수는 유의하지 않았다.

또한 레이저 치료는 가짜 레이저 치료에 비해 급성기 뇌졸중 환자에게 뇌졸중 증상의 신경학적 회복과 장애 정도 회복에 명확한 유의성이 없는 것으로 보인다. 레이저 치료가 아스피린(Aspirin)에 비해서 혈류역학적 개선을 기대할 수 있으나 문헌의 수가 적어 추가 연구가 필요하다. 레이저 치료가 물리치료에 비해 반신마비 환자의 견관절 통증 및 기능 회복에 도움을 줄 수 있으나 추가 연구가 필요하다.

본 연구에서 선정된 논문을 분석한 결과 연구의 질이 부족하고, 일관된 평가 도구가 부족하다는 제한점이 있다. 따라서 추후 수준 높은 무작위 배정 비교

임상시험이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Korean stroke society. Textbook of stroke. 2nd ed. Seoul: PanMun education. 2015, p. 3, 57-63, 389, 527, 550.
2. Mercier L, Audet T, Hebert R, Rochette A, Dubois M-F. Impact of motor, cognitive, and perceptual disorders on ability to perform activities of daily living after stroke. *Stroke*. 2001; 32(11):2602-8. <http://doi.org/10.1161/hs1101.098154>
3. Hong KS, Bang OY, Kang DW, Yu KH, Bae HJ, Lee JS, et al. Stroke statistics in Korea: part I. Epidemiology and risk factors: a report from the korean stroke society and clinical research center for stroke. *J Stroke*. 2013; 15(1):2-20. <http://doi.org/10.5853/jos.2013.15.1.2>
4. Opara JA, Jaracz K. Quality of life of post-stroke patients and their caregivers. *J Med Life*. 2010;3(3):216-20. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3018998/>
5. Lee KG, Shin JH, Lee KJ, Sun SH, Jang IS. Review on Laser or LED Therapy for the Photobiomodulation of Diseases of the Cerebral Nervous System. *J. Int. Korean Med*. 2014;35(4):546-55. Available from <https://www.jikm.or.kr/journal/view.php?number=1777>
6. Kim HH, Nam DW, Lee SH. Fundamentals and Research Trend of Laser Acupuncture. *J Korean Acupunct Moxib Soc*. 2009;26(6): 21-30. Available from <https://koreascience.kr/>

- article/JAKO200921147395853.page
7. Tuner J, Hode L. Laser Therapy. Seoul: JeongDam. 2011, p. 8-9, 104-7.
 8. Han HJ, Kang KW, Kang SY, Kim LH, Jang IS. The Clinical Indication of Low-Level Laser Therapy Using ICD-10. *J Int Korean Med.* 2018;36(4):561-9. Available from <https://www.jikm.or.kr/m/journal/view.php?number=1881>
 9. Howard BC, Roberta TC, Michael RH, James C. The Use of Low Level Laser Therapy(LLLT) For Musculoskeletal Pain. *MOJ Orthop Rheumatol.* 2015;2(5):00068. <http://doi.org/10.15406/mojor.2015.02.00068>
 10. Moskvina SV, Khadartsev AA. Methods of effective low-level laser therapy in the treatment of patients with bronchial asthma (literature review). *Biomedicine(Taipei).* 2020; 10(1):1-20. <http://doi.org/10.37796/2211-8039.1000>
 11. Gottschling S, Meyer S, Gribova I, Distler L, Berrang J, Gortner L, et al. Laser acupuncture in children with headache : A double-blind, randomized, bicenter, placebocontrolled trial. *Pain.* 2008;137:405-12. <http://doi.org/10.1016/j.pain.2007.10.004>
 12. Yi WJ, Zhang L, Wang ZZ, Chu XH, Chen J. Research progress of laser therapy in rehabilitation of stroke patients. *LASER JOURNAL.* 2021(9);42(9):198-201.
 13. Higgins JPT, Green S. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions Ver 5.1.0 [updated Mar 2011]. The Cochrane Collaboration. 2011. Available from <http://handbook.cochrane.org>
 14. Higgins JPT, Green S. Analyzing and presenting results. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions 4.2.6. Chichester, UK: John Wiley&Sons Inc. 2008:79-165.
 15. Kim SY, Park JE, Seo HJ, Lee YJ, Jang BH, Son HJ, et al. NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention. National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency; 2011. [in Korean].
 16. Lampl Y, Zivin J, Fisher M, Lew R, Welin L, Dahlof B, et al. Infrared laser therapy for ischemic stroke: a new treatment strategy. Results of the NeuroThera effectiveness and safety trial-1(NEST-1). *Stroke.* 2007;38:1843-9. <http://doi.org/10.1161/STROKEAHA.106.478230>
 17. Zivin J, Albers G, Bornstein N, Chippendale T, Dahlof B, Devlin T, et al. Effectiveness and safety of transcranial laser therapy for acute ischemic stroke. *Stroke.* 2009;40(4):1359-64. <http://doi.org/10.1161/STROKEAHA.109.547547>
 18. Hacke W, Schellinger PD, Albers GW, Bornstein NM, Dahlof BL, Fulton R, et al. Transcranial Laser Therapy in Acute Stroke Treatment results of Neurothera Effectiveness and Safety Trial 3, a Phase III Clinical End Point Device Trial. *Stroke.* 2014;45(11): 3187-93. <http://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.005795>
 19. Jiang GF, Zong LQ, Yin YJ, Xuan ZW. Effects of Laser therapy on Dysphagia after Acute Stroke(激光血疗对急性脑卒中后吞咽功能障碍的疗效评价). *Modern Rehabilitation.* 2001; 5(9):62.
 20. Luo YW, Luo WH, Hwang BY. Analysis of the Results of Exercise Function after Stroke by Laser Therapy(超激光疼痛治疗仪对脑卒中后运动功能干预结果分析). *Modern Rehabilitation.* 2001;5(2):88. <http://doi.org/10.3321/j.issn:1673-8225.2001.02.069>

21. Pan CH, Pu SX. Effects of Early Intravascular Laser Blood Irradiation and Rehabilitation on Motor Function of Upper and Lower Extremities and Activities of Daily Living in the Patients with Acute Stroke. *Chinese Journal of Rehabilitation*. 2003;18(6):363-4.
22. Liu QS, Wu JX, Liu HL, Li Hong. Effects of He-Ne laser intravascular irradiation on hemorheology and blood lipid of acute cerebral infarction patients. *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*. 2005;9(1):66-9.
23. Azra K, Suada KD, Farid L. Laser therapy of painful shoulder and shoulder-hand syndrome in treatment of patients after the stroke. *Bosn J Basic Med Sci*. 2009;9(1):59-65. <http://doi.org/10.17305/bjbm.2009.2858>
24. Feng YM, Cheng ZP, Sun H, Shi D. Laser acupuncture treatment in stroke patients with hemiplegia Applications. *LASER JOURNAL*. 2013;34(6):70-1.
25. Hu YL, Xiao YH, Liu AM, Hua YP, Huang Y. Effectiveness of Low Level Laser Combined with Shoulder Control Training in the Treatment of Shoulder Pain in Elderly Hemiplegic Patients with Cerebral Hemiplegia (低强度激光结合肩部控制训练治疗老年脑卒中偏瘫病人肩痛的疗效观察). *Practical Geriatrics*. 2017;31(2):175-7.
26. Jan F, Naeem A, Malik AN, Amjad I, Malik T. Comparison of low level laser therapy and interferential current on post stroke shoulder pain. *J Pak Med Assoc*. 2017;67(5):788-9.
27. Yu HX, Yang CS, Jia J, He L, Wu GY, Zhang R, et al. Effects of laser radiation at acupoint and hand projection areas of brain on hand and upper extremity function of early stroke patients. *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*. 2018;33(3):315-8. <http://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1242.2018.03.012>
28. Sun L, Shen XY, Ye W, Yan S. Curative effectiveness of laser irradiation in nasal cavity for patients with cognitive impairment after stroke. *Chinese Journal of Rehabilitation*. 2018;33(4):272-4. <http://doi.org/10.3870/zgkf.2018.04.002>
29. Zhang NJ, Jin XS, Ji PP. Curative Effect of High Intensity Laser Therapy Combined with Upper Limb Intelligent Feedback Training System on Patients with Complex Regional Pain Syndrome Type I in after Ischemic Stroke. *Journal of practical cardiocerebral pulmonary vasculopathy*. 2020;28(7):120-4. <http://doi.org/10.3969/j.issn.1008-5971.2020.07.022>
30. Zhao XK, Zhou JJ, Zhang QQ. Efficacy of high-energy laser in the treatment of early stroke patients with shoulder-hand syndrome. *Acta Medicinae Sinica*. 2021;34(4):132-6. <http://doi.org/10.19296/j.cnki.1008-2409.2021-04-034>
31. Qi L, Zhen QX, Liu C, Yan HJ, Liu AX. Effect of semiconductor laser acupoint irradiation combined with intelligent rehabilitation robot on stroke hemiplegia and BBS and FMA scores. *Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2022;21(5):539-42. <http://doi.org/10.3969/j.issn.1671-4695.2022.05.025>
32. He BJ, Xia HT, Liang JQ, Zeng DY, Liang YC, Wang ZQ. Evaluation of the effect of super laser irradiation on stellate ganglion combined with pregabalin in the treatment of central neuralgia after stroke. *Journal of China*

- Prescription Drug*. 2022;20(3):110-2. <http://doi.org/10.3969/j.issn.1671-945X.2022.03.044>
33. Korkmaz N, Gurcay E, Demir Y, Tezen O, Korkmaz İ, Atar M O, et al. The effectiveness of high-intensity laser therapy in the treatment of post-stroke patients with hemiplegic shoulder pain: a prospective randomized controlled study. *Lasers Med Sci*. 2022;37(1):645-53. <http://doi.org/10.1007/s10103-021-03316-y>
34. Park SU, Cho SY, Park JM, Ko CN, Park HJ, Walls B, et al. Integrative treatment modalities for stroke victims in Korea. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2014;20(1):37-41. <http://doi.org/10.1016/j.ctcp.2013.10.007>
35. Yamashita H, Tsukayama H, Tanno Y, Nishijo K. Adverse events in acupuncture and moxibustion treatment: a six-year survey at a national clinic in Japan. *J Altern Complement Med*. 1999 Jun;5(3):229-36. <http://doi.org/10.1089/acm.1999.5.229>
36. Siedentopf CM, Koppelstaetter F, Haala IA, Haid V, Rhomberg P, Ischebeck A, et al. Laser acupuncture induced specific cerebral cortical and subcortical activations in humans. *Lasers Med Sci*. 2005;20(2):68-73. <http://doi.org/10.1007/s10103-005-0340-3>
37. Lv J, Shi CH, Deng YJ, Lou WT, Hu j, Shi L, et al. The brain effects of laser acupuncture at thirteen ghost acupoints in healthy individuals: A resting-state functional MRI investigation. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2016(12);54:48-54. <http://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2016.08.003>

ORCID

안다영 <https://orcid.org/0000-0001-6951-2053>

선승호 <https://orcid.org/0000-0002-0668-9131>