



pISSN 2586-3290 · eISSN 2586-3533
Arch Hand Microsurg 2021;26(3):141-151
<https://doi.org/10.12790/ahm.21.0106>

Received: June 24, 2021

Revised: July 27, 2021

Accepted: July 27, 2021

Corresponding author:

Dong Hwan Kim

Department of Orthopaedic Surgery,
Uijeongbu Eulji Medical Center, 712
Dongil-ro, Yijeongbu 11759, Korea

Tel: +82-31-951-1777

Fax: +82-31-951-1009

E-mail: Donghwan@eulji.ac.kr

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-8607-4697>

메타분석을 통한 주상골 혈관화 골이식 수술 결과에 흡연율이 미치는 영향 연구

권영우, 김동환

을지대학교 의과대학 의정부을지대학교병원 정형외과학교실

The Effect of Smoking on the Outcomes of Vascularized Bone Graft Surgery in Scaphoid Nonunion through Meta-analysis

Young Woo Kwon, Dong Hwan Kim

Department of Orthopaedic Surgery, Uijeongbu Eulji Medical Center, Eulji University School of Medicine, Uijeongbu, Korea

Purpose: A vascularized bone graft is an option showing a good result to treat scaphoid nonunion. The analysis of the effects of smoking, which affects vascular and union of fracture, has been limited. We tried to analyze the effect of smoking on the outcomes of vascularized bone graft in scaphoid nonunion through meta-analysis (PROSPERO registration number: CRD42021265786).

Methods: Two researchers analyzed 923 papers searched for 'scaphoid AND (vascularized OR vascularised OR flap OR pedicled)' on MEDLINE and Embase (until November 2020). We selected 31 papers which contain that vascularized bone graft was performed for scaphoid nonunion, and the number or proportion of smokers could be confirmed. Through meta-regression analysis and subgroup analysis, whether the smoker's rate had an effect on union rate, union period, functional score, imaging evaluation, range of motion, and complications rate was analyzed.

Results: A significant negative correlation between smoking and bone union rate was confirmed in pedicled vascularized bone grafting, and a significant positive correlation between smoking and bone union duration was confirmed in free vascularized bone grafting.

Conclusion: It is necessary to have caution for nonunion when considering pedicled vascularized bone graft in smoking patients with scaphoid nonunion.

Keywords: Scaphoid bone, Pseudoarthrosis, Vascularized, Bone transplantation, Smoking, Meta-analysis

서론

주상골 불유합(scaphoid nonunion)은 다양한 치료 방법에도 불구하고 유합 실패율이 10%에서 15%로 보고되고 있다[1]. 주상골 불유합 수술 후 유합률에 영향을 주는 요인으로는 불유합 부위, 골괴 변형 여부, 주상골 괴사 동반 여부 등이 보고되어 있으며, 환자와 관련된 위험요인 중 비교적 연구가 많이 이루어진 흡연은 주상골 불유합의 정형외과적 수술 치료 후 골 유합의 지연과 실패와 관련된 중요한 인자로 알려져 있다[2]. 흡연으로 발생한 니코틴에 의해 혈관재형성(revascularization)이 저해되며[2], 피판(flap) 이식술에도 동일한 기전으로 흡연이 수술 결과에 영향을 준다고 보고

© 2021 by Korean Society for Surgery of the Hand, Korean Society for Microsurgery, and Korean Society for Surgery of the Peripheral Nerve.

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

되었다[3].

혈관화 골이식술(vascularized bone graft)는 주상골 불유합, 특히 골괴사가 동반된 경우에서 우수한 결과를 보여주고 있다[1]. 앞서 언급한 흡연이 주상골 불유합과 피판 이식술에 미치는 영향을 고려할 때, 주상골 불유합에서의 혈관화 골이식술 결과에도 흡연이 큰 영향을 미칠 것으로 유추된다. 연구 대상의 부족으로 통계적 유의성에 도달하기에 한계가 있으며, 흡연이 혈관화 골이식술 결과에 미치는 영향을 분석한 메타 연구가 부족하다. 이에 본 연구에서는 메타분석을 통하여, 주상골 불유합으로 진단받은 환자를 대상으로 혈관화 골이식술을 시행하였을 경우, 흡연자의 비율에 따른 유합률을 포함한 결과의 상관관계를 분석하고자 한다.

대상 및 방법

메타분석 지침인 PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis)에 따라 연구를 진행하였다. 국외 학술검색 데이터베이스 중 MEDLINE, Embase를 사용하였으며, 2020년 11월 5일까지 출간된 논문을 대상으로 검색하였다. 선택 기준에 따라, 연구 설계에서 무작위 대조군 실험연구, 전향적 또는 후향적 코호트 연구를 포함한 논문을 대상으로 하였다. 주상골 불유합으로 진단받은 환자(P)를 대상으로 혈관화 골이식술(I)을 시행하였을 경우, 흡연자의 비율(C)이 유합률을 포함한 결과(O)에 영향을 미치는지를 핵심질문(PICO)으로 선정하여 분석하였다[4]. 검색어를 'scaphoid AND (vascularized OR vascularised OR flap OR pedicled)'로 하여 MEDLINE과 Embase 데이터베이스에서 동일한 형식으로 검색하였다(PROSPERO 등록 번호: CRD42021265786). 언어에 특별한 제한을 두지 않았으며, 본문을 분석하여 흡연자의 비율 또는 수를 얻을 수 없는 연구는 제외하였다.

두 명의 연구자(김동환과 권영우)가 독립적으로 데이터베이스를 검색하였으며, 제목, 연도, 저자를 이용하여 중복된 논문을 제외하였다. 제목과 초록을 검토하여 선택 기준에 적절한 연구를 1차적으로 선택하는 과정을 수행하였다. 2차 단계에서는 전문을 검토하여, 선택 기준에 부합하면서 흡연자의 수 또는 비율을 포함한 분석 자료를 추출 가능한 연구를 선택하였다. 두 명의 연구자의 의견 불일치가 발생한 경우는 상후 논의를 통하여 결정하였다. 연구 선정의 각 단계마다 연구자 간의 신뢰도를 판단하기 위해 카파 통계량(κ) 측정하였다[5].

자료의 질적 분석을 위해 연구 설계, 연구에 참여한 환자 수, 주상골 골절 부위, 혈관화 골이식 수술방법, 환자 성별, 주상골 골절 부위 수술에 걸린 기간, 수술 전후 기능적 평가(Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand [DASH], modified Mayo wrist score, Mayo wrist score), 손목 관절의 굴곡-신전 운동 범위, 요-척추 운동 범위, 악력, 수술 전후 방사선적 계측치(주상월상 각

[scapholunate angle], 요월상각[radiolunate angle], 수근골 길이비[carpal height ratio]), 주상골 유합된 환자의 수, 불유합을 제외한 합병증이 발생한 환자의 수, 유합에 걸린 주수의 자료를 일관된 서식 하에 추출하였다. 자료는 평균값과 표준 편차의 형태로 추출하였으며, 최소-최대값의 형태로 추출한 자료는 표준 편차 추정치를 계산하여 변환하였다[6]. 연구에 사용된 논문의 질적 평가를 위해 RoBANS (Risk of Bias Assessment tool for Non-randomized Study)를 이용하여 비뚤림 위험도를 측정하였다[7]. 평가 지침에 따라 논문의 연구 설계와 전문을 확인하여 비뚤림 위험에 대해 높음, 낮음, 불확실로 두 연구자가 독립적으로 평가하였다.

각 연구의 흡연자 비율이 수술의 결과(유합에 걸리는 기간, 기능적 평가, 영상학적 평가, 관절 운동 범위, 합병증)에 영향을 주는지를 메타 회귀분석을 통하여 상관관계를 확인하였다. 흡연자 비율 외에 다른 요인(나이, 성별, 주상골 골절 부위, 수상에서 수술까지 걸린 시간, 이전 주상골 수술 실패 경험, 수술 방법)이 주상골 유합률과 상관관계에 있는지를 추가로 분석하였다. 하위 집단 분석을 추가로 시행하였으며, 유경 혈관화 골이식술(pedicled vascularized bone graft)과 유리 혈관화 골이식술(free vascularized bone graft)로 그룹을 나누어 흡연율과 골 유합률 및 골 유합기간 간의 상관관계를 분석하였다. 각 수술 별로 하위 집단 분석을 시행하였으며, 흡연율과 골 유합률 및 골 유합기간 간의 상관관계를 분석하였다.

해당 비율을 이용한 통계 분석은 DerSimonian-Liard 방식으로, R 프로그램(version 3.4.1; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)에서 "meta"와 "metafor" 패키지를 사용하여 분석하였으며, 상관관계는 메타 회귀분석을 이용하여 분석하였다[6]. Funnel plot과 Egger's test를 이용하여 출판 편향(publication bias)을 평가하였으며[8], 절삭과 채움 방법(trim and fill)을 이용하여 보정하였다[9]. 단일잔류 방법(leave-one-out)을 통하여 민감성 검사를 추가로 시행하였으며, 통계적 이질성을 평가하기 위해 Higgins의 I^2 로 임의효과 모형을 통하여 동질성 검정을 시행하였다[6].

결과

초기 문헌 검색에서, MEDLINE에서는 524편, Embase에서는 399편의 연구가 검색되었으며, 검토 후 최종적으로 31편의 연구, 총 908명의 환자가 메타분석을 위해 선정되었다. 자료 선정에 대한 세부 사항과 절차는 Fig. 1A에 요약되어 있다. 연구자 간의 카파 통계량은 연구의 제목과 선정을 통한 1차 선정에서는 상당한 일치($\kappa=0.7831$)를 보였으며, 전문을 사용하여 분석한 2차 선정에서는 거의 완벽한 일치($\kappa=0.9412$)를 보였다.

선정된 논문의 연구방법 질 평가 도구로 RoBANS를 사용하였으며, 그 결과는 Fig. 1B에 요약되어 있다[7]. 중재 측정과 결과 평가

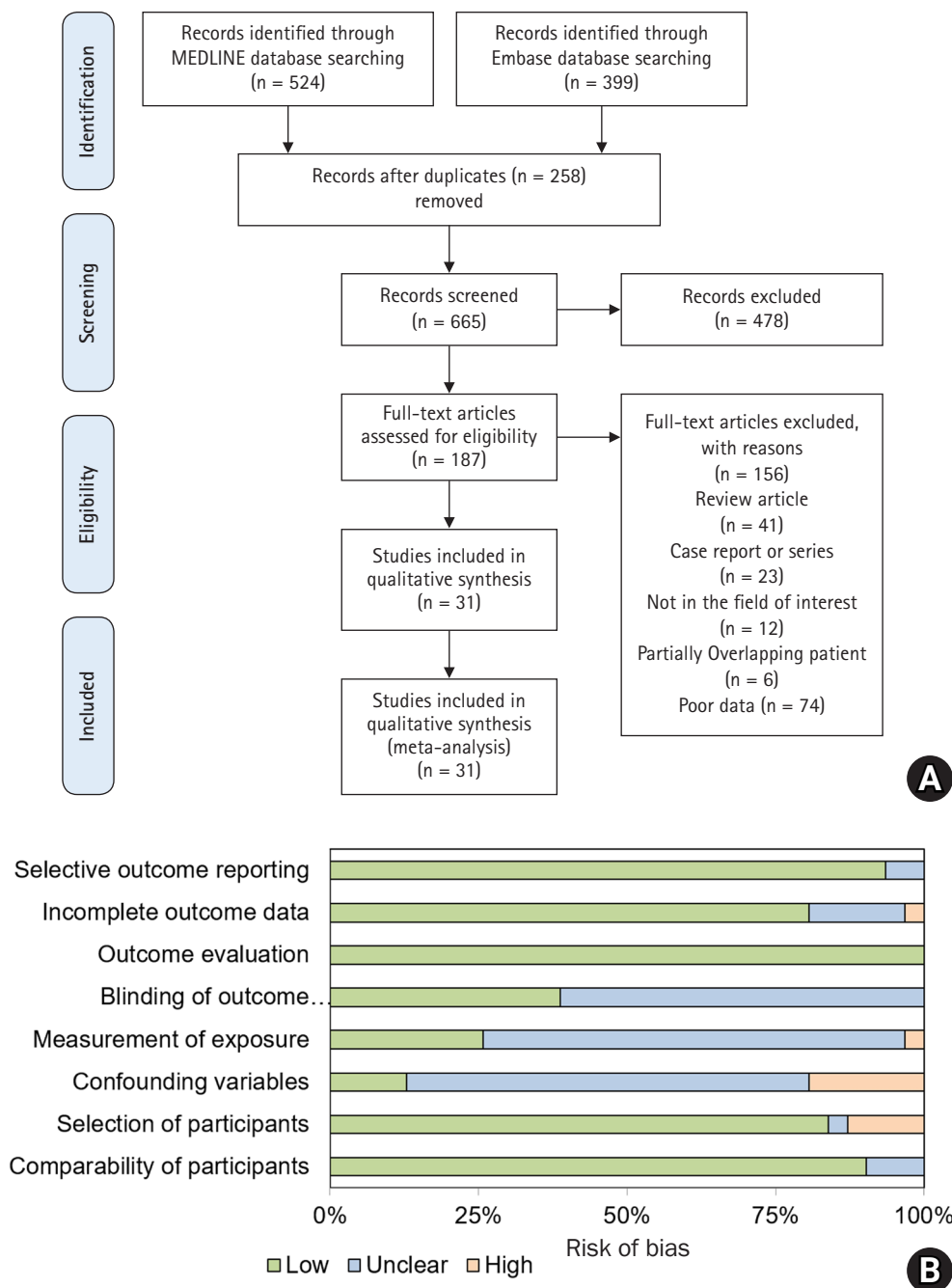


Fig. 1. (A) Thirty-one studies were finally enrolled following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis) guidelines. (B) The risk of bias was assessed by RoBANS (Risk of Bias Assessment tool for Non-randomized Study). Enrolled studies were measured unclear risk of bias in the measurement of exposure and confounding variables.

에 대한 눈가림에 대한 비뚤림 위험도가 전반적으로 불확실한 것으로 분석되었다. 대부분의 연구에서 교란 변수에 대한 고려가 적절하게 이루어지지 않아 이에 대한 비뚤림 위험이 높게 나타났다.

본 연구에서 최종적으로 선정된 31편 논문[10-40]의 특성은 Table 1에 요약되어 있으며, 수술 방법으로는 크게 유경 혈관화 골 이식술과 유리 혈관화 골이식술로 나눌 수 있었다. 1,2-구획 간 상

지대 동맥(1,2-intercompartmental suprarretinacular artery), 제1 배부 중수골 동맥(first metacarpal dorsal artery), 제4 신전 구획 동맥(fourth extensor compartement artery, capsular artery), 장측 수근 동맥(palmar carpal artery)을 유경 혈관을 이용한 수술로 분류하였으며, 701명의 환자가 포함되어 있다. 유리 혈관화 골이식술에 대한 수술 방법으로는 대퇴 내측과(medial

Table 1. Characteristics of studies analyzed in meta-analysis

Study	Study type	Technique	No. of patients	Nonunion events
Aibinder et al. [10]	R	1,2 ICSRA & MFC	78	12
Arora et al. [11]	R	Vascularized iliac bone	21	5
Bahamón et al. [12]	R	First metacarpal dorsal artery	11	3
Bürger et al. [13]	R	MFT	16	1
Bürger et al. [14]	P	MFC	15	0
Cavit et al. [15]	R	1,2 ICSRA	17	2
Chang et al. [16]	R	1,2 ICSRA	47	14
Chaudhry et al. [17]	R	MFC	20	2
Dailiana et al. [18]	R	Palmar carpal artery	9	0
Dodds and Halim [19]	R	Palmar carpal artery	9	1
Elgammal and Lukas [20]	R	MFC	30	6
Higgins and Burger [21]	R	MFT	16	1
Hirche et al. [22]	R	1,2 ICSRA	28	7
Ingari et al. [23]	R	1,2 ICSRA	45	2
Jessu et al. [24]	R	Palmar carpal artery	30	8
Jones et al. [25]	R	1,2 ICSRA & MFC	22	6
Kapoor et al. [26]	R	1,2 ICSRA	34	19
Kollitz et al. [27]	R	MFC	32	2
Korompilias et al. [28]	R	1,2 ICSRA	23	0
Malizos et al. [29]	R	1,2 ICSRA	22	0
Morris et al. [30]	R	1,2 ICSRA	12	0
Özalp et al. [31]	R	1,2 ICSRA	58	8
Papatheodorou and Sotereanos [32]	R	Capsular artery	89	13
Rahimnia et al. [33]	R	1,2 ICSRA	41	11
Ribak et al. [34]	RCT	1,2 ICSRA	46	5
Sales et al. [35]	P	1,2 ICSRA	20	4
Sauerbier et al. [36]	R	1,2 ICSRA	48	14
Sommerkamp et al. [37]	P	Palmar carpal artery	15	0
Sotereanos et al. [38]	R	Capsular artery	13	3
Thompson et al. [39]	R	1,2 ICSRA	11	8
Waitayawinyu et al. [40]	R	1,2 ICSRA	30	2

R, retrospective cohort study; P, prospective cohort study; RCT, randomized controlled trial; ICSRA, intercompartmental supraretricular artery; MFC, medial femoral condyle; MFT, medial femoral trochlea.

femoral condyle), 내측 대퇴 활차(medial femoral trochlea), 혈관화 장골(vascularized iliac bone)을 이식한 수술기법이 있었으며, 207명의 환자가 포함되었다. 각 연구에서 흡연자 비율은 0%에서 76.5%까지 보고되었으며, 총 341명의 흡연자가 연구에 포함되었다. 주상골 불유합에 시행한 혈관화 골이식술의 평균 유합률은 82.3%였으며, 동질성 결과($I^2=64\%$, $p<0.01$)에 의해 임의효과 모형을 적용하여 분석하였다(Fig. 2A). Funnel plot에서 비대칭(asymmetry)이 관찰되었으며, Egger's test ($p<0.0001$)로 출판 편향의 가능성이 높은 것으로 분석되었다(Fig. 2B). 절삭 및 채우기 기법을 적용하여 출판 편향을 제거하고, 누락되었다고 가정된 효과 크기(9개)를 추가하여 보정한 추정치를 구하였으며, 보정 전후의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 단일 잔류법을 사용하여 각 논문을 하나씩 제거하였을 경우에도 통계적으로 유의한 차

이를 보이지 않았다.

주상골 불유합에서 시행한 혈관화 골이식술에서 흡연자 비율과 골 유합률은 유의한 상관관계를 보이지 않았으며($p=0.3086$), 골 유합에 소요되는 기간($p=0.9304$), 합병증 발생 비율($p=0.5256$), 기능적 평가의 수술 전후 차이($p=0.8174$), 굴곡 신전 관절운동 범위의 수술 전후 차이($p=0.9013$), 요척 관절운동 범위의 수술 전후 차이($p=0.9691$), 주상월상각의 수술 전후 차이($p=0.3536$), 요월상각의 수술 전후 차이($p=0.5172$), 수근골 길이 비의 변화($p=0.9996$)는 모두 유의한 흡연과 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

환자의 나이와 골 유합률 간에 유의한 음의 상관관계(correlation coefficient $[r]=-0.0151$; 95% confidence interval [CI], -0.0294 to -0.0008 ; $p<0.05$)가 관찰되었다(Fig. 3). 이 외에는 성별($p=0.7118$), 주상골 골절 발생으로부터 수술까지 걸린 시간

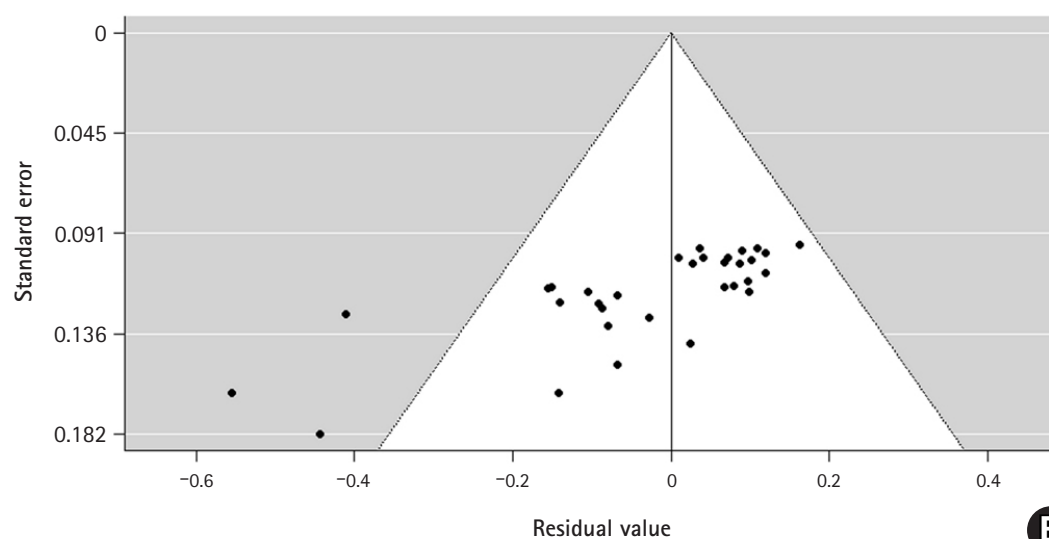
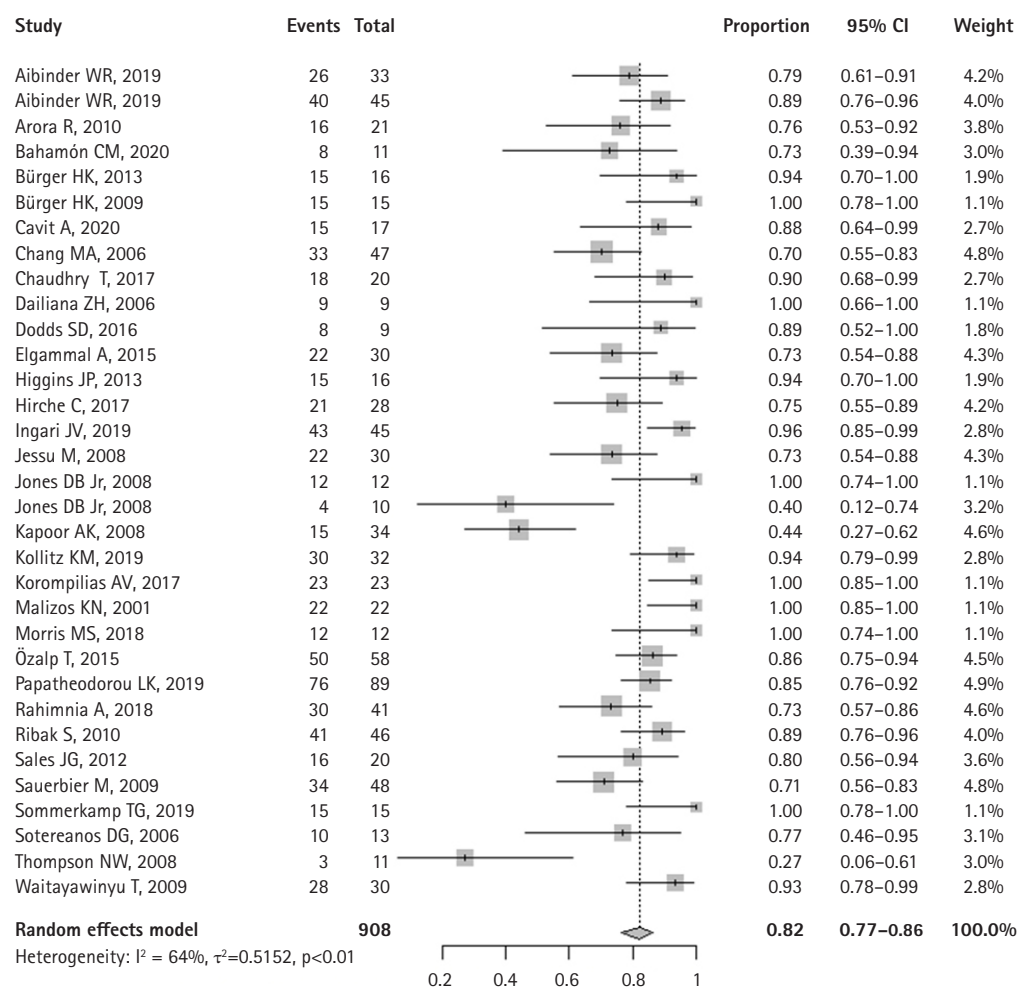


Fig. 2. (A) The union rate of vascularized bone graft in 908 patients (31 studies for scaphoid nonunion) was announced from 27.3% to 100%. Average of the union rate was analyzed as 82.1% (95% confidence interval [CI], 0.77–0.86). (B) The funnel plot showed asymmetry which suggests the existence of publication bias.

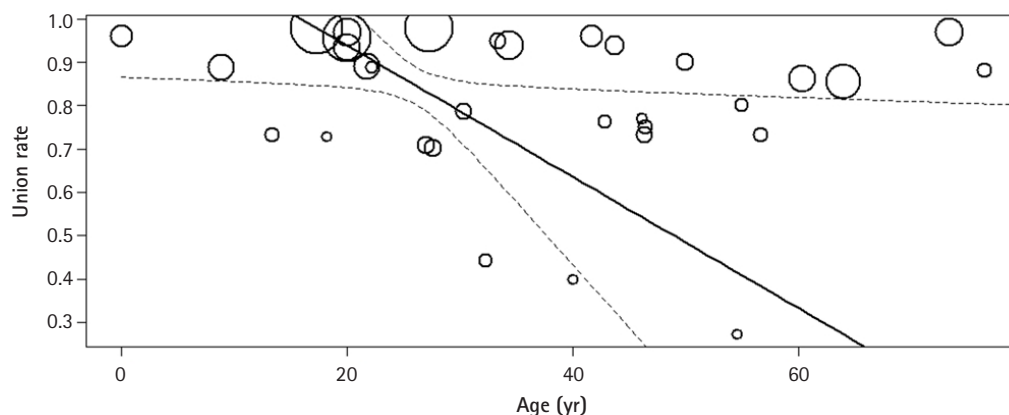


Fig. 3. The correlation of age and the union rate showed a negative correlation (correlation coefficient $[r]=-0.0151$ 95% confidence interval, -0.0294 to -0.0008) in that union rate decreased with older age.

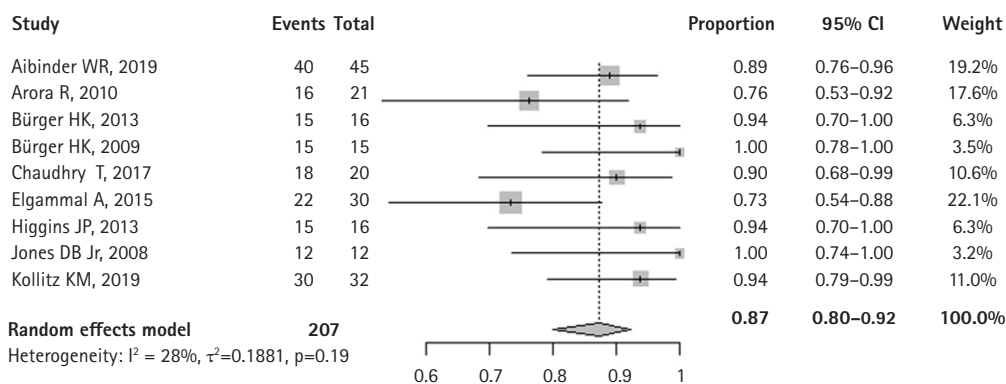
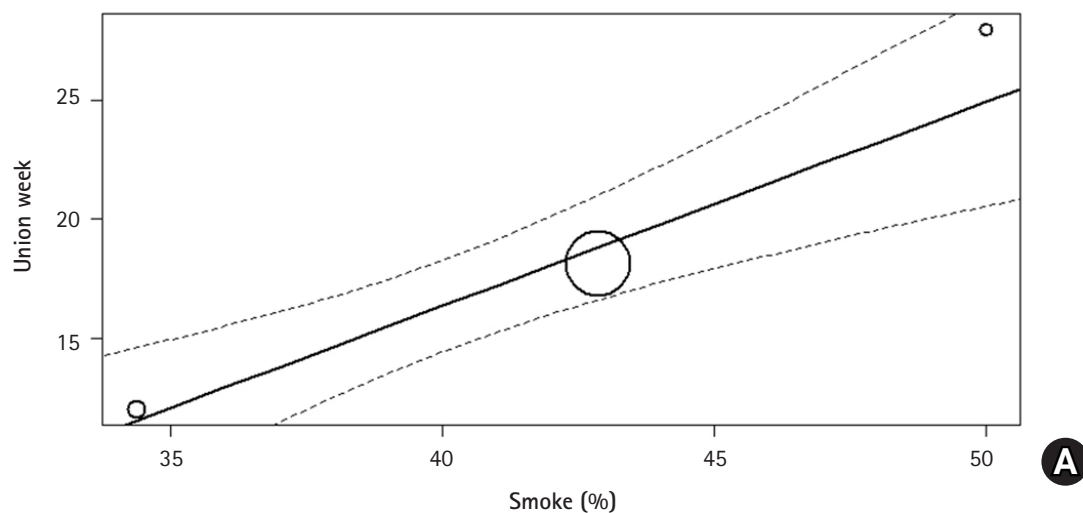


Fig. 4. (A) In the subgroup analysis of free vascularized bone graft, the correlation of smoking rate and the bone union period showed a positive correlation (correlation coefficient, 0.8581; 95% confidence interval [CI], 0.4561–1.2601). (B) The average union rate was analyzed as 87.3% (95% CI, 0.80–0.92) in the free vascularized bone graft group.

($p=0.5796$), 혈관화 수술 이전에 시행한 수술 병력($p=0.3407$) 모두 골 유합률과 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

유리 혈관화 골이식술을 시행한 207명의 환자에 대해서 시행한 하위집단 분석(subgroup analysis)에서, 흡연자 비율과 골 유합기

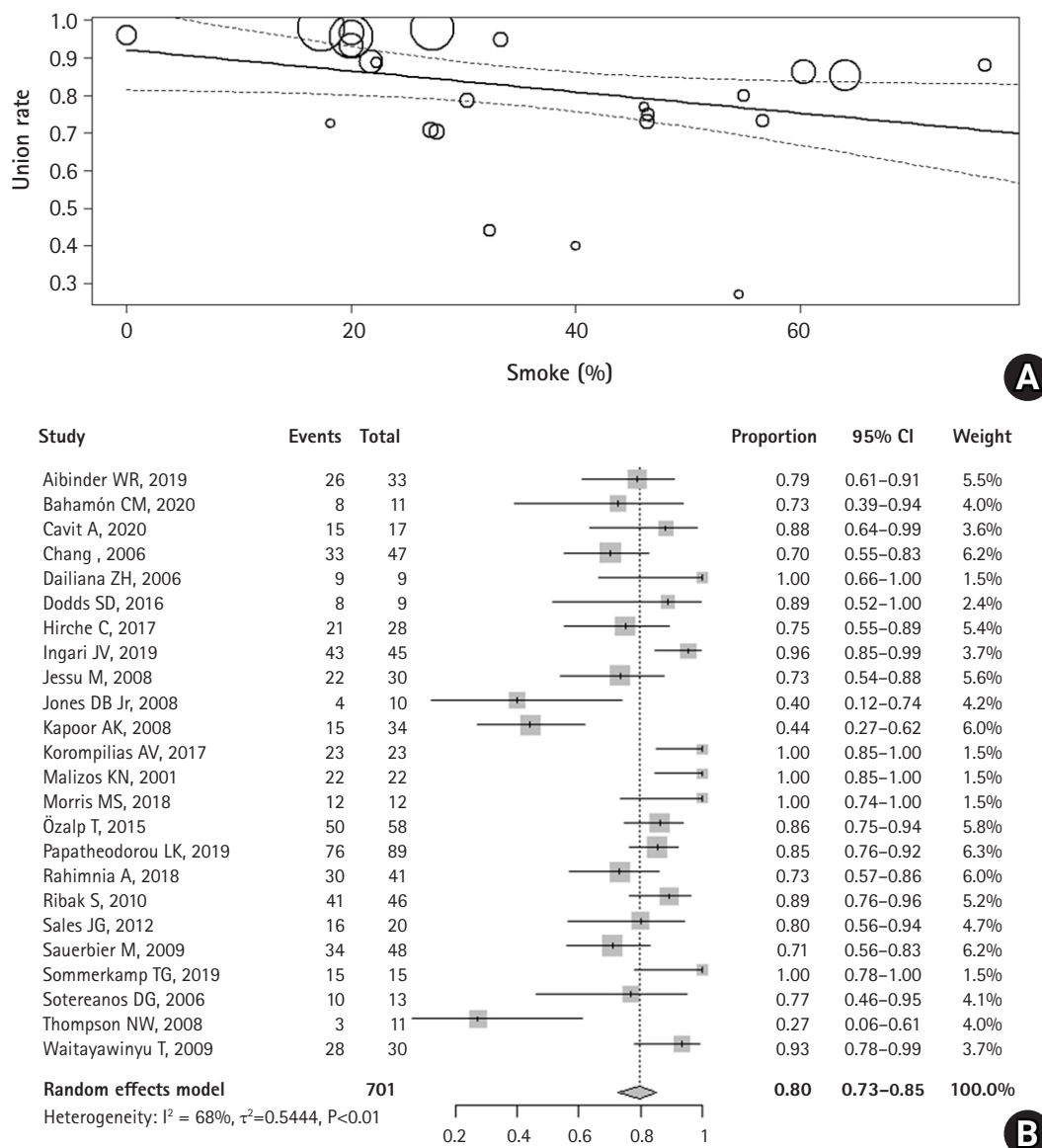


Fig. 5. (A) The correlation of smoking rate and the union rate showed a negative correlation (correlation coefficient [r]=−0.0028; 95% confidence interval, −0.0055 to −0.0001) in the subgroup analysis of pedicled vascularized bone graft. (B) The average union rate was analyzed as 79.6% (95% CI, 0.73–0.85) in the pedicled vascularized bone graft group.

간과는 유의한 양의 상관관계($r=0.8581$; 95% CI, 0.4561–1.2601; $p<0.0001$)가 확인되었으며(Fig. 4), 흡연자 비율과 골 유합률과는 유의한 상관관계가 관찰되지 않았다($p=0.0821$). 반면, 유경 혈관화 골이식술을 시행한 701명의 환자에서 흡연자 비율과 골 유합률과는 유의한 음의 상관관계($r=-0.0028$; 95% CI, −0.0055 to −0.0001; $p<0.05$)가 확인되었으며(Fig. 5), 골 유합기간과 흡연율 간의 유의한 상관관계는 관찰되지 않았다($p=0.4792$).

각 수술에 대해 시행한 하위집단 분석에서, 장측 수근 동맥을 이용한 골이식술의 경우 흡연과 유합률은 유의한 음의 상관관계를 보였으며($r = -0.0058$; 95% CI, −0.0106 to −0.001; $p<0.05$),

1,2-구획간 상지대 동맥($p=0.0619$), 대퇴 내측과($p=0.0814$)를 이용한 골이식술에서 흡연과 유합률은 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 제1 배부 중수골 동맥, 제4 신전 구획 동맥, 내측 대퇴 활차, 혈관화 장골을 이용한 혈관화 골이식술에서는 연구의 수가 부족하여 상관관계를 확인할 수 없었다.

고찰

주상골 불유합에서 시행하는 유경 혈관화 골이식술의 결과는 흡연에 많은 영향을 받을 것이라는 예상과는 다르게, 시행한 메타분

석에서 유경 혈관화 골이식술의 골 유합률은 흡연과 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 메타분석에 동반되는 다양한 비뿔림에 의한 왜곡을 고려할 수 있다[41]. 본 연구에 포함된 무작위 대조군 연구는 1개에 불과하였으며, 논문의 질 평가에서 교란변수, 눈가림, 노출 측정에서 낮은 평가를 받았다. 흡연과 유경 혈관화 골이식술 결과에 대해서, 교란 변수가 적절하게 통제된 추가 무작위 대조군 연구가 많은 의문점을 해결해 줄 것으로 기대한다.

흡연에 대한 평가 기준이 모든 연구에서 동일하지 않았다. 흡연이 미치는 영향을 갑년(pack-year)으로 표기한 연구가 있는 반면에, 수술 시점에서 흡연을 한 여부만을 표기한 연구도 있었다. 수술 시점 전후에 흡연을 하였는지 여부와 금연 기간은 대부분의 연구에서 자료를 얻을 수 없었다. 금연에 따른 혈관의 변화에 따른 연구에 의하면, 급성 손상은 일부 회복되나, 정상 혈관과는 다른 특성을 가지게 된다[42]. 이를 고려하여 평생 흡연량(pack-year)을 조사한 연구가, 주상골 불유합에 있어 혈관화 골이식술 결과에 대해 흡연이 미치는 영향을 정확하게 반영할 수 있을 것이다.

Rancy 등[43]은 혈관화 골이식술과 일반적인 해면골 이식 간의 수술 결과의 차이는 없다는 결과를 보고하면서, 혈관화 골이식술을 통한 혈류 증가보다 견고한 고정과 충분한 양의 골이식이 유합을 얻는 데 중요한 요소라고 보았다. 이를 토대로, 혈관화 골이식의 수술 결과에 흡연과 혈관화를 통한 혈류량의 변화가 미치는 영향이 과대평가되었을 가능성이 있다. 주상골 불유합에 있어 유경 화에 따른 혈류량 증가에 의한 영향과 기계적인 고정에 의한 영향을 비교해볼 필요가 있을 것이다.

본 연구는 유경 혈관화 골이식술에 대한 하위분석에서 흡연과 골 유합률은 유의한 음의 상관관계가 있음을 확인하였다. 유경 혈관화 골이식술은 혈관 문합술을 요하지 않는다는 장점이 있으나, 공여부(donor)에 대한 고려가 상대적으로 많이 요구되는 단점이 있다[44]. 공여부로 흔히 사용되는 요골 및 중수골은 대퇴골 및 장골 등에 비하여 이식골 채취에 한계가 있다[44]. 유경 혈관 손상을 주지 않으며 주행에 방해가 되지 않는 범위에서 주상골과 혈관화 골을 고정하는 술기는 난이도가 높다[44]. 주상골 불유합에 있어서 혈류량의 증가와 기계적인 고정이 중요한 요인이임이 보고되어 있다. 유경 혈관화에서의 불충분한 기계적인 고정으로 인해 혈류량의 변화가 상대적으로 큰 영향을 주게 되어, 흡연자 비율이 증가하면서 유합률이 감소하는 결과를 얻게 되었을 것이다.

고령의 주상골 불유합에서 혈관화 골이식술의 유합률은 여러 요인으로 인해 감소하는 경향이 보였다. 혈관의 경화 및 고령에 따른 외부 손상에 대한 회복력 저하로 인해, 피판술의 결과도 환자의 연령에 영향을 받는다[45]. 주상골 불유합에서 고령에 따른 골질의 저하로 인해 견고한 고정이 힘들며, 충분한 공여부 골 채취가 쉽지 않다. 이와 동반되는 혈관의 노화로 인해 골 유합률이 영향을 받는 것으로 생각된다. 연령에 따른 혈관화 골이식술의 결과를 확인하여, 혈관화 골이식술의 성공률이 저해되지 않는 환자 연령의 범위를

를 구하여 이를 임상에 적용하게 되면 골 유합률의 증가를 기대할 수 있을 것이다.

상기 연구의 제한점으로 앞서 이야기한 무작위 대조군 연구 수의 부족과 통일되지 않은 흡연의 평가 외에도 정형외과 연구 특성상 다양한 비뿔림 발생의 가능성으로 인하여, 메타연구 분석에서의 어려움이 있었다. 해당 주제의 연구 가짓수 부족으로 인해 하위 집단 분석이 일부에서만 가능했었다.

이 연구는 PRISMA 메타분석 지침에 따라 진행되었으며, 자료 추출에 있어 독립된 두 명의 연구자에 의한 추출과 카파 분석이 이루어졌다. 정형외과 논문에서 출판 비뿔림 등의 질적 분석이 부족함이 보고된 바 있다[41]. 대부분의 정형외과 논문에서 교란 변수에 대한 분석이 부족함을 전문 분석에서 확인하였다. 따라서 정형외과 연구 발전을 위해 교란 변수와 비뿔림 분석이 필요할 것이다. 메타분석은 최근 주목받고 있는 연구방법으로, 연구지침과 비뿔림에 대한 분석 방법의 발전을 통해 정밀도를 향상시키고 있다. 본 연구는 발전된 지침과 분석을 이용하여 적절한 메타분석을 시행하였으며, 저자들은 본 연구가 정형외과 메타분석의 적절한 예시가 되기를 기대하고 있다.

결론

유경 혈관화 골이식술의 술기를 행함에 있어 흡연자와 주상골 유합술의 골 유합률과의 상관관계가 관찰되었으며, 환자의 연령과 골 유합률과의 상관관계가 확인되었다. 주상골 불유합 환자에 대해 유경 피판 골이식술을 고려하고 있다면, 흡연 여부를 확인하여 흡연자인 경우 불유합 가능성에 대한 주의가 필요하다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ORCID

Young Woo Kwon, <https://orcid.org/0000-0001-8575-057X>

Dong Hwan Kim, <https://orcid.org/0000-0002-8607-4697>

REFERENCES

1. Sgromolo NM, Rhee PC. The role of vascularized bone grafting in scaphoid nonunion. *Hand Clin.* 2019;35:315-22.
2. Little CP, Burston BJ, Hopkinson-Woolley J, Burge P. Failure of surgery for scaphoid non-union is associated with smoking. *J Hand Surg Br.* 2006;31:252-5.
3. Hwang K, Son JS, Ryu WK. Smoking and flap survival. *Plast Surg (Oakv).* 2018;26:280-5.

4. Richardson WS, Wilson MC, Nishikawa J, Hayward RS. The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions. *ACP J Club*. 1995;123:A12-3.
5. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb)*. 2012;22:276-82.
6. Higgins JP, Thomas J, Chandler J, et al. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2019.
7. Kim SY, Park JE, Lee YJ, et al. Testing a tool for assessing the risk of bias for nonrandomized studies showed moderate reliability and promising validity. *J Clin Epidemiol*. 2013;66:408-14.
8. Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ*. 1997;315:629-34.
9. Duval S, Tweedie R. Trim and fill: a simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*. 2000;56:455-63.
10. Aibinder WR, Wagner ER, Bishop AT, Shin AY. Bone grafting for scaphoid nonunions: is free vascularized bone grafting superior for scaphoid nonunion? *Hand (N Y)*. 2019;14:217-22.
11. Arora R, Lutz M, Zimmermann R, Krappinger D, Niederwanger C, Gabl M. Free vascularised iliac bone graft for recalcitrant avascular nonunion of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92:224-9.
12. Bahamón CM, Valencia JA, Náquira LE, Londoño JA, Cuesta DP. Scaphoid pseudoarthrosis: experience with vascularized bone graft of the first metacarpal. Case series. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2020;34:60-4.
13. Bürger HK, Windhofer C, Gaggli AJ, Higgins JP. Vascularized medial femoral trochlea osteocartilaginous flap reconstruction of proximal pole scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am*. 2013;38:690-700.
14. Bürger KH, Gaggli AJ, Kukutschki W, Mueller E. Free microvascular transfer of segmental corticocancellous femur for treatment of avascular scaphoid necrosis. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2009;41:44-51.
15. Cavit A, Civan O, Capkin S, Kaleli T, Ozcanli H, Ozdemir H. Treatment of scaphoid nonunion with 1,2 intercompartmental supraretinacular artery vascularized graft and compression screw fixation. *Injury*. 2021;52:2307-13.
16. Chang MA, Bishop AT, Moran SL, Shin AY. The outcomes and complications of 1,2-intercompartmental supraretinacular artery pedicled vascularized bone grafting of scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am*. 2006;31:387-96.
17. Chaudhry T, Uppal L, Power D, Craigen M, Tan S. Scaphoid nonunion with poor prognostic factors: the role of the free medial femoral condyle vascularized bone graft. *Hand (N Y)*. 2017;12:135-9.
18. Dailiana ZH, Malizos KN, Zachos V, Varitimidis SE, Hantes M, Karantanas A. Vascularized bone grafts from the palmar radius for the treatment of waist nonunions of the scaphoid. *J Hand Surg Am*. 2006;31:397-404.
19. Dodds SD, Halim A. Scaphoid plate fixation and volar carpal artery vascularized bone graft for recalcitrant scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am*. 2016;41:e191-8.
20. Elgammal A, Lukas B. Vascularized medial femoral condyle graft for management of scaphoid non-union. *J Hand Surg Eur Vol*. 2015;40:848-54.
21. Higgins JP, Burger HK. Proximal scaphoid arthroplasty using the medial femoral trochlea flap. *J Wrist Surg*. 2013;2:228-33.
22. Hirche C, Xiong L, Heffinger C, et al. Vascularized versus non-vascularized bone grafts in the treatment of scaphoid non-union. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017;25:2309499016684291.
23. Ingari JV, Nayar SK, Taylor KE. Volar vascularized strut graft for avascular scaphoid nonunion using the 1,2 intercompartmental supraretinacular artery. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2019;23:14-21.
24. Jessu M, Wavreille G, Strouk G, Fontaine C, Chantelot C. Scaphoid nonunions treated by Kuhlmann's vascularized bone graft: radiographic outcomes and complications. *Chir Main*. 2008;27:87-96.
25. Jones DB Jr, Bürger H, Bishop AT, Shin AY. Treatment of scaphoid waist nonunions with an avascular proximal pole and carpal collapse. A comparison of two vascularized bone grafts. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:2616-25.
26. Kapoor AK, Thompson NW, Rafiq I, Hayton MJ, Stillwell J, Trail IA. Vascularised bone grafting in the management of scaphoid non-union: a review of 34 cases. *J Hand Surg Eur Vol*. 2008;33:628-31.
27. Kollitz KM, Pulos N, Bishop AT, Shin AY. Primary medial femoral condyle vascularized bone graft for scaphoid nonunions with carpal collapse and proximal pole avascular necrosis. *J Hand Surg Eur Vol*. 2019;44:600-6.
28. Korompilias AV, Lykissas MG, Kostas-Agnantis IP, Gkias I, Beris AE. An alternative graft fixation technique for scaphoid nonunions treated with vascular bone grafting. *J Hand Surg Am*. 2014;39:1308-12.
29. Malizos KN, Dailiana ZH, Kirou M, Vragalas V, Xenakis TA, Soucacos PN. Longstanding nonunions of scaphoid fractures with bone loss: successful reconstruction with vascularized bone grafts. *J Hand Surg Br*. 2001;26:330-4.
30. Morris MS, Zhu AF, Ozer K, Lawton JN. Proximal pole

- scaphoid nonunion reconstruction with 1,2 intercompartmental supraretinacular artery vascularized graft and compression screw fixation. *J Hand Surg Am.* 2018 43:770.e1-770.e8.
31. Özalp T, Öz Ç, Kale G, Erkan S. Scaphoid nonunion treated with vascularised bone graft from dorsal radius. *Injury.* 2015;46 Suppl 2:S47-52.
32. Papatheodorou LK, Sotereanos DG. Treatment for proximal pole scaphoid nonunion with capsular-based vascularized distal radius graft. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019;29:337-42.
33. Rahimnia A, Rahimnia AH, Mobasher-Jannat A. Clinical and functional outcomes of vascularized bone graft in the treatment of scaphoid non-union. *PLoS One.* 2018;13:e0197768.
34. Ribak S, Medina CE, Mattar R Jr, Ulson HJ, Ulson HJ, Etchebehere M. Treatment of scaphoid nonunion with vascularised and nonvascularised dorsal bone grafting from the distal radius. *Int Orthop.* 2010;34:683-8.
35. Sales JG, Irajian M, Elmi A, Manand JS, Moradi A. Using a vascularized bone graft from the distal metaphysis of radius in treating scaphoid nonunion: first report from a developing country. *Pak J Biol Sci.* 2012;15:524-9.
36. Sauerbier M, Bishop AT, Ofer N. Pedicled vascularized bone grafts from the dorsum of the distal radius for treatment of scaphoid nonunions. *Oper Orthop Traumatol.* 2009;21:373-85.
37. Sommerkamp TG, Hastings H 2nd, Greenberg JA. Palmar radiocarpal artery vascularized bone graft for the unstable humpbacked scaphoid nonunion with an avascular proximal pole. *J Hand Surg Am.* 2020;45:298-309.
38. Sotereanos DG, Darlis NA, Dailiana ZH, Sarris IK, Malizos KN. A capsular-based vascularized distal radius graft for proximal pole scaphoid pseudarthrosis. *J Hand Surg Am.* 2006;31:580-7.
39. Thompson NW, Kapoor A, Thomas J, Hayton MJ. The use of a vascularised periosteal patch onlay graft in the management of nonunion of the proximal scaphoid. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:1597-601.
40. Waitayawinyu T, McCallister WV, Katolik LI, Schlenker JD, Trumble TE. Outcome after vascularized bone grafting of scaphoid nonunions with avascular necrosis. *J Hand Surg Am.* 2009;34:387-94.
41. Scott J, Checketts JX, Cooper CM, Boose M, Wayant C, Vassar M. An evaluation of publication bias in high-impact orthopaedic literature. *JB JS Open Access.* 2019;4:e0055.
42. Michael Pittilo R. Cigarette smoking, endothelial injury and cardiovascular disease. *Int J Exp Pathol.* 2000;81:219-30.
43. Rancy SK, Schmidle G, Wolfe SW. Does anyone need a vascularized graft? *Hand Clin.* 2019;35:323-44.
44. Al-Jabri T, Mannan A, Giannoudis P. The use of the free vascularised bone graft for nonunion of the scaphoid: a systematic review. *J Orthop Surg Res.* 2014;9:21.
45. Jubbal KT, Zavlin D, Suliman A. The effect of age on microsurgical free flap outcomes: an analysis of 5,951 cases. *Microsurgery.* 2017;37:858-64.

메타분석을 통한 주상골 혈관화 골이식 수술 결과에 흡연율이 미치는 영향 연구

권영우, 김동환

을지대학교 의과대학 의정부을지대학교병원 정형외과학교실

목적: 주상골 불유합에서 혈관화 골이식술(vascularized bone graft)은 많이 시행되고 있으나, 혈관과 골절 유합률에 영향을 주는 흡연에 대한 영향 분석은 한정적이다. 이에 저자들은 메타분석을 이용하여, 주상골 불유합 환자에서 흡연이 혈관화 골이식술의 결과에 미치는 영향을 분석하였다(PROSPERO 등록 번호: CRD42021265786).

방법: 2020년 11월까지 MEDLINE과 Embase에서 'scaphoid AND (vascularized OR vascularised OR flap OR pedicled)'로 검색된 923편의 논문을 2명의 연구자가 분석하여 주상골 불유합에서 혈관화 골이식술을 시행하였으며 흡연자의 수 또는 비율을 확인 가능한 31편의 논문을 선정하였다. 흡연자 비율이 유합률, 유합기간, 기능적 평가, 영상학적 평가, 관절 운동 범위, 합병증에 영향을 주는지를 메타 회귀분석과 하위집단 분석을 통하여 분석하였다.

결과: 유경 혈관화(pedicled vascularized) 골이식술에서 흡연과 골 유합률의 유의한 음의 상관관계가, 유리 혈관화(free vascularized)에서 흡연과 골 유합기간의 유의한 양의 상관관계가 확인되었다

결론: 주상골 불유합술 환자에서 유경혈관화 골이식술을 고려할 때 흡연자인 경우 불유합 가능성이 있어 주의를 요한다.

색인단어: 주상골, 가관절, 혈관화, 골이식술, 흡연, 메타분석

접수일 2021년 6월 24일 **수정일** 2021년 7월 27일 **게재확정일** 2021년 7월 27일

교신저자 김동환

11759, 의정부시 통일로 712, 의정부을지대학교병원 정형외과

TEL 031-951-1777 **FAX** 031-951-1009 **E-mail** Donghwan@eulji.ac.kr

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8607-4697>