

(악골 및 인접 연부조직 관련 수술(골절 제외))



무탐침정위기법에 대한 안전성 및 유효성 평가

(악골 및 인접 연부조직 관련 수술(골절 제외))

2019. 5. 31.



주 의

- 1. 이 보고서는 한국보건의료연구원에서 의료기술재평가사업 (NR18-001)의 일환으로 수행한 연구사업의 결과보고서입니다
- 2. 이 보고서 내용을 신문, 방송, 참고문헌, 세미나 등에 인용할 때에는 반드시 한국보건의료연구원에서 수행한 연구사업의 결과임을 밝혀야 하며, 연구내용 중 문의사항이 있을 경우에는 연구책임자 또는 주관부서에 문의하여 주시기 바랍니다.

의료기술재평가사업 총괄

최인순 한국보건의료연구원 보건의료근거연구본부장

연 구 진

연구책임자

정지영 한국보건의료연구원 보건의료근거연구본부 부연구위원

참여연구원

최진아 한국보건의료연구원 보건의료근거연구본부 연구원

차 례

요약문	i
1. 서론 1. 평가배경 2. 의료기술 개요 및 관련 현황	٠1
II. 평가방법	. 6 . 6 . 6 . 6 11
Ⅲ. 평가결과 1. 문헌선정 결과 1.1. 문헌선정 개요 1.2. 선정 문헌 특성 1.3. 비뚤림 위험 평가 결과 2. 분석 결과 2.1. (악성, 양성) 종양 2.2. 형태이상 2.3. 기타 적응증(외상 또는 이물제거 등)	12 12 13 21 22 36
IV. 요약 및 결론 1. 평가결과 요약 2. 결론	49
V. 참고문헌 ····································	55
VI. 부록 (1. 소위원회 2. 문헌검색 전략 (2. 문헌검색 전략	6C 61

표차례

표 1. 선행 의료기술평가 결과	2
표 2. 연도별 무탐침정위기법 청구현황	3
표 3. 건강보험심사평가원 청구현황(2019.4. 현재)	3
표 4. 행위 급여·비급여 목록 및 급여 상대가치점수 ('18년 기준, 병원급 이상 단가 적용)	····· 5
표 5. 요양급여의 적용 기준 및 방법에 관한 세부사항 (고시 제2017-152호, '17.9.1.시행)	
표 6. 두부 관련 무탐침 정위기법 국외 급여 현황 (2018. 7. 확인)	6
표 7. PICO-TS 세부 내용 ······	ع
표 8. 국내 전자 데이터베이스	G
표 9. 국외 전자 데이터베이스	··· 10
표 10. 선택배제 기준	··· 10
표 11. 자료추출 서식	
표 12 선정문헌의 일반적 특성-(종양)	
표 13 선정문헌의 일반적 특성-(형태이상)	··· 18
표 14 선정문헌의 일반적 특성-(외상 또는 이물제거)	20
표 15 합병증 발생 여부(non-RCT 3편) ······	24
표 16 합병증 발생 여부(증례연구 5편)	24
표 17. 수술성공률-절제연 안전여부 평가 (non-RCT 3편) ···································	
표 18. 수술성공률-피판생존율 (non-RCT 3편) ······	
표 19. 수술성공률-안전확보 여부(non-RCT 1편) ···································	
표 20. 수술성공률-절제연 안전여부 평가 및 피판생존율 (증례연구 5편)	29
표 21. 수술정확성(non-RCT 5편) ···································	30
표 22. 수술정확성(증례연구 6편)	32
표 23. 종양 재발율 (non-RCT 4편) ·······	33
표 24. 종양 재발율 (증례연구 2편)	34
표 25. 수술소요시간(non-RCT 4편, 증례연구 1편) ···································	35
표 26. 합병증 발생 여부(non-RCT 1편, 증례연구 11편) ··································	38
표 27. 수술정확성(RCT 2편, non-RCT 1편) ···································	··· 40
표 28. 수술정확성(증례연구 13편)	43
표 29. 수술소요시간 (non-RCT 3편) ······	45
표 30. 합병증 발생 여부(non-RCT 1편, 증례연구 3편) ···································	46
표 31 수술소요시간(non-RCT 1편, 증례연구 2편) ···································	48
그림차례	
<u> </u>	
	1.0
그림 1. 문헌선정흐름도	
그림 2. 비뚤림 위험성평가 그래프(좌) 및 항목별 요약(우) (RCT by RoB) ··············· 그리 3. 비뚤리 의헌성평가 그래프(좌) 및 항목병 으약(우) (non-RCT by ROBAN) ····	
그님 < 미구니 의어지파가 /래프(장) 및 O(포션 OV)(오) (NON-R(N/ R()R/N))	/ /

요약문 (국문)

□ 평가배경

무탐침 정위기법은 해부학적 주요지표를 확인하기 어려운 환자를 대상으로 수술 전 촬영하여 등록한 CT 또는 MRI 등의 영상을 바탕으로 수술 중 네비게이션을 이용하여 중재부위의 정밀한 위치 측정을 가능하도록 하는 기술이다. 뇌수술과 이비인후과 수술 영역에서는 신의료기술평가를 거쳐 임상적 유용성 및 급여에 대한 사회적 요구도 등을 따져 각각 선별급여 본인부담률 50%와 80%가 적용되고 있다. 그러나 건강보험심사평가원의 청구 현황 모니터링 결과 '안전성·유효성이 있는 의료기술(고시)'이외에 사용이 확인됨에 따라 적응증 별 사용에 대한 안전성 및 유효성 근거를 검토할 필요성이 대두되었다. 이에 본 연구는 악골 및 인접 연부조직관련 환자(골절 제외)를 대상으로 하는 수술에서 무탐침 정위기법의 안전성 및 임상적 유효성을 평가하여 합리적인 급여기준 설정에 필요한 의학적 근거자료를 마련하고자 하였다.

□ 위원회 운영

총 7인으로 구성된 소위원회는 2019년 5월 23일까지 약 5개월간 총 4회의 소위원회 운영을 통해 동 기술의 안전성 및 유효성을 평가하였다.

2019년 연구기획관리위원회(2019.6.14.)에서는 무탐침 정위기법의 안전성 및 유효성 평가 결과를 최종 심의하였다.

□ 평가 목적 및 방법

연구는 악골 및 인접 연부조직 관련 질환(골절 제외) 수술에 사용되는 무탐침 정위기법에 대한 안전성 및 유효성을 평가하여 하여 건강보험과 관련된 의사결정시 활용할 수 있는 과학적이고 객관적인 근거자료를 제시하고자 한다. 이를 통하여 안전하고 유효한 의료기술의 최적 사용과 비교효과적인 의료기술의 합리적인 관리에 기여하고, 국민들에게 보다 안전하고 효과적인 의료기술의 평가 정보를 제공하고자 한다.

연구목적에 대한 핵심질문은 다음과 같다.

- · 악골 및 인접연부조직 관련 수술에서 무탐침정위기법의 사용은 안전한가?
- · 악골 및 인접연부조직 관련 수술에서 무탐침정위기법의 사용은 유효한가?

평가방법은 체계적 문헌고찰이며, 체계적 문헌고찰에 사용 예정인 PICO-TS는 아래 표와 같다.

구분	세부내용
Patients (대상 환자)	- 상악골 양성 및 악성 종양 등 골절 이외 질환 환자
Intervention (중재법)	- 무탐침정위기법을 이용한 수술
Comparators (비교치료법)	- 무탐침정위기법을 사용하지 않은 수술
Outcomes (결과변수)	 안전성 수술 중 · 후 합병증 발생률 유효성 수술관련요인 · 수술성공률 · 수술정확성 · 재발율 · 생존율 - 수술소요시간 - 재원일수 환자 만족도 · 삶의 질 점수
Time (추적기간)	- 제한두지 않음
Study type (연구유형)	- 제한두지 않음

문헌검색은 국외 3개 데이터베이스(Ovid-MEDLINE, Ovid-EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials) 및 국내 5개 데이터베이스(KoreaMed, KMbase, RISS, KISS, NDSL)을 이용하였으며, 기술의 발전여부를 고려하여 2000년 이후 출판된 문헌을 포함하기로 하였다. 동료 심사된 학술지에 게재된 한국어 또는 영어 원저 문헌으로 무작위배정 비교임상연구(randomized controlled trial, RCT) 또는 비무작위 비교연구(non-randomized controlled study, NRS), 증례연구를 선택하였다. 문헌선택은 2명 이상의 연구자가 독립적으로 검토한 뒤, 의견 일치를 통하여 최종 문헌을 선정하였다. 최종 선택된 문헌들의 비뚤림 위험 평가에 사용한 도구는 무작위배정임상연구는 Cochrane의 Risk of Bias (Higgins 등, 2011), 관찰연구는 ROBANS ver 2.0를 이용하였다. 자료추출을 통하여 정리된 결과의 변수로 안전성은 수술 중·후 합병증으로 분석하였고, 유효성은 수술관련요인(수술성공률, 수술정확성, 재발율, 생존율), 수술 소요시간및 재원일수, 환자관련요인(환자만족도 및 삶의 질) 등을 살펴보았다. 결과에 대하여 양적분석(quantitative analysis)이 가능할 경우 메타분석을 수행할 계획이었으나, 도출된 결과가 양적합성이 가능치 않아 질적 검토(qualitative review) 방법을 적용하였다.

□ 평가 결과

적응증 별로 요약한 평가결과는 아래와 같다.

I. [양성, 악성] 종양

악골 및 인접 연부조직을 침범한 종양 수술에 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 안전성 및 유효성에 대한 문헌은 총 16편이 선택되었다. 무탐침 정위기법 사용군과 미사용군을 비교한 문헌은 non-RCT 7편이었고, 나머지 9편은 단일군 연구였다.

가. 안전성 결과

종양 수술 환자를 대상으로 무탐침 정위기법 사용군(중재군)과 미사용군(비교군)의 안전성을 비교한 문헌은 non-RCT 4편이었으나, 이 중 1편(Guo et al 2015)는 소위원회의 제안에 따라 네비게이션 사용에 따른 안전확보의 측면에서 유효성 지표로 옮겨 분석하기로 하였다. 나머지 3편 중 2편(Yu et al 2016, Zhang et al 2015)에서는 중재군의 합병증 발생 사례가 없었던 것으로 보고하였고, 다른 1편(Zhang et al 2016)에서는 중재군에서 국소감염 1례가 발생한 반면, 비교군에서는 국소감염 3건, 부정유합 2건이 발생한 것으로 나타났다.

단일군 연구의 합병증은 총 5편의 문헌에서 보고하였고, 이 중 2편의 문헌(Li et al 2016, Yu et al 2013)에서는 합병증이 발생하지 않았다. 나머지 3편 중 2편(Wu et al 2016, Pellegrino et al 2015)에서는 개방교합, 보형물 나사풀림이 각각 발생하여 치료한 것으로 보고하였고, 1편(Zheng et al 2018)에서는 피판적용을 위한 조직채취에 따른 공여부위 통증 및 감각결손이 발생한 것으로 보고하였다.

합병증 이외에 1편의 non-RCT(Cantazaro et al 2017)에서는 네비게이션 적용 상의 문제점이 발생한 사례를 보고하였다.

이상의 내용에 대하여 소위원회에서는 군 간 무탐침 정위기법의 사용여부에 따른합병증 발생은 없거나 경미한 수준의 것으로 즉각적인 치료로 해결되었고, Zheng(2018)에서 보고된 합병증은 네비게이션 적용여부에 따른 종양제거술 및 피판재건술과 무관한 공여조직의 채취에서 비롯된 합병증으로 동 중재에 의한 합병증은 아니며, Cantazaro(2017)에서 제시된 네비게이션 적용 상의 문제점은 동 중재의안전성과 유효성에 영향을 끼쳤다는 근거를 살펴보기 어렵다는 점 등을 들어 약골 및 인접연부조직을 침범한 종양 관련 수술에서 무탐침 정위기법의 안전성이 있음을확인하였다.

나. 유효성 결과

종양환자에 무탐침 정위기법을 적용한 경우의 유효성을 다룬 문헌은 총 16편으로, non-RCT 7편, 나머지 9편은 단일군 연구였다.

주요 지표별로 결과를 살펴보면 **수술 관련 요인 중 (i) 수술성공률**은 총 12편의 연구 에서 보고하였고, non-RCT 3편의 경우, 종양의 안전한 절제 여부 사정에서 중재군이 비교군보다 절제연 양성 비율이 더 낮거나 충분한 마진을 확보하는 등 더 안전한 결과를 보고하였고, 단일군 연구 3편에서도 안전마진의 성공적 확보를 보고하였다. 종양절제 후 피판을 이용한 재건술을 수행한 6편(non-RCT 3편 및 단일군 연구 3편)에서의 피판생존 율을 92.9~100%로 보고하는 등 무탐침 정위기법을 이용한 수술적 중재에서의 효과를 보고하였다. Guo(2015)의 문헌의 경우 합병증 발생여부를 보고하고 있지만, 소위원회에 서는 네비게이션 적용여부에 따른 안전확보의 측면에서의 유효성 지표로 보는 것이 적절 하다는 의견을 제시하였고, 수술과 관련하여 심각도가 높은 합병증을 중심으로 중재군에 서는 안면마비 1건이 발생한 반면, 비교군에서는 시력감소 1건, 안면마비 3건, 중이염 1 건, 폐렴 1건 등 심각한 합병증의 발생이 더 많은 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 중재군에서 비교군에 비하여 종양의 안전한 절제가 확인되고, 피판재건술 시 피판생존율 도 높게 보고되며, 수술 시 안전확보에 더 효과가 있다고 판단하였다. (ii) 수술정확성은 총 11편에서 보고하였으며, non-RCT 5편에서는 무탐침 정위기법 적용시 수술 전 계획 과 실제 수술 시행 후 차이가 각 연구에서 제시한 수용가능한 수준인 것으로 나타났고, 무탐침 정위기법을 적용하지 않은 군과 비교 시 수술 전 영상과 수술 후 영상 상 안정적 인 변화 추이를 보여주었다. 단일군 연구 6편에서도 네비게이션 상의 계획과 실제 수행 의 차이가 수용가능한 수준으로 동일한 결과를 확인하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위 기법 적용을 위한 수술 전 계획과 실제 수행 간의 오차가 수용가능한 수준이고, 실제 수 술 전후 물리적 변화에서도 안정적 추이를 보여주어 유효성의 근거가 있다고 보았다. (iii) **종양 재발율**은 총 6편의 연구에서 다루었다. 무탐침 정위기법을 적용한 군과 그렇지 않은 군의 결과를 비교한 non-RCT 1편에서는 두 군 모두 재발 사례가 없었고, 2편에 서 비교군의 재발율이 더 높았으며, 이 중 비교군 1명은 사망한 것으로 보고하였다. 나 머지 1편에서는 중재군의 전체 재발율이 더 높았으나 완전 종양절제를 시행한 경우에는 비교군의 재발율이 더 높았다. 단일군 연구 2편에서는 1명의 대상자가 재발 및 폐전이가 발생하여 1년 후 사망한 것으로 보고하였다. **소위원회에서는 이상의 결과는 종양이라는** 질병의 진행에 따른 재발 및 사망일 수 있고, 무탐침 정위기법의 적용여부에 따른 유효 성의 결과로 보기에 무리가 있다는 의견을 제시하였다.

보건시스템과 관련한 요인으로 <u>수술소요시간</u>은 5편에서 보고하였으나 네비게이션 등록 시간, 종양 절제시간 등의 구분이 없거나, 있더라도 단편적인 제시에 그쳐 소위원회에서는 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 각 문헌에서 제시된 수준 만으로 는 시간단축 여부를 해석하기에 의미가 없다는 점을 지적하였다.

환자 관련 요인으로 환자만족도 또는 삶의 질을 제시한 문헌은 총 6편으로 모든 문헌에서 무탐침 정위기법을 적용하였을 때 긍정적인 평가를 한 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법이 심미적, 기능적 측면에서 환자의 주관적 만족감 향상을 가져올 수 있는 기술로 보았다.

Ⅱ. 형태이상

부정교합, 측두하악관절증후군 등 형태이상과 관련한 적응증에 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 안전성 또는 유효성을 다룬 문헌은 총 21편으로, 무탐침 정위기법 사용군과 미사용군을 비교한 RCT 2편 및 non-RCT 1편, 단일군 연구 18편이 포함되었다.

가. 안전성 결과

형태이상 환자를 대상으로 무탐침 정위기법을 적용한 경우의 안전성은 수술 관련합병증을 지표로 검토하였으며, 네비게이션 적용군(중재군)과 미적용군(비교군)의결과를 비교한 1편의 non-RCT에서는 두 군 모두에서 일체의 합병증이 발생하지않은 것으로 보고하였다. 나머지 11편의 단일군 연구에서도 합병증 발생 여부를 살펴보았고, 이 중 9편에서 합병증 발생 사례는 없는 것으로 나타났고, 2편(Kaduk et al 2012, Zhang et al 2012)에서는 수술 직후, 또는 수술 후 회복 초기 단계에서합병증이 있는 것으로 나타났으나 최종 추적관찰 기간에는 관련 문제가 모두 해결된 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법의 적용 시 합병증 발생은 없거나 일시적 발생 후 전 건 해결되는 등 악골 및 인접 연부조직의 형태이상 대상자 수술에서 무탐침 정위기법은 안전성이 있음을 확인하였다.

나. 유효성 결과

형태이상 환자의 수술에 무탐침 정위기법을 적용한 경우의 유효성은 총 21편에서 다른었고, RCT 2편, non-RCT 1편, 단일군 연구 18편이 포함되었다.

수술 관련 요인 중 (i) 수술성공률은 총 6편의 단일군 연구에서 문제없는 수술

시행 및 각 수술 후 의도하였던 기능 및 심미 회복 등에 이른 것으로 보고하였고, (ii) 수술정확성은 총 18편에서 보고하였으며, 네비게이션 적용 군에서 수술 전 계획과 수술 후 실제 수행결과 간 오차는 각 연구에서 제시한 임계값 미만으로 보고되어 수용가능한 수준으로 3편의 문헌에서 3편의 문헌에서 97% 이상의 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다. (iii) 재발율은 총 4편의 연구에서 다루었으며, 재발사례는 없는 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 수술 관련 요인에서 각 수술의 목적을 달성하였고, 수술 전 계획과 실제 수행 간 정확성이 높은 등 동 중재의 효과를 확인할 수 있다고 판단하였다.

보건시스템과 관련한 요인으로 <u>수술소요시간</u>은 3편에서 보고하였으나 네비게이션 등록 시간 및 기타 소요시간에 대한 내용이 불충분하게 제시되었다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 각 문헌에서 제시된 수준 만으로는 시간단축 여부를 해석하기에 의미가 없다는 의견이었다.

환자 관련 요인으로 환자만족도를 보고한 문헌은 총 5편으로 모든 문헌에서 무탐침 정위기법을 적용하였을 때 만족감이 높은 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법이 심미적, 기능적 측면에서 환자의 주관적 만족감을 향상시키는 기술로 판단하였다.

Ⅲ. 기타 적응증(육안으로 접근이 어려운 외상 또는 이물제거 등)

악골 및 인접 연부조직을 침범한 수술 중 기타 적응증으로는 육안으로 접근이 어려운 외상 또는 이물의 제거를 다룬 총 4편의 문헌(non-RCT 1편, 단일군 연구 3 편)이 평가에 포함되었다.

가. 안전성 결과

수술부위로의 접근이 어려운 외상 또는 이물제거 등의 적응증에 대하여 무탐침 정위기법 사용군(중재군)과 미사용군(비교군)의 안전성을 비교한 문헌은 non-RCT 1편에서는 중재군의 합병증 발생률이 비교군보다 통계적으로 유의한 수준으로 낮음을 보고하였고, 나머지 단일군 연구 3편에서는 1편에서 총구 화기손상에 의한 감염 1례를 치료한 사례 보고 이외에는 합병증 발생이 없는 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 약골 및 인접 연부조직의 외상 및 이물제거 적응증에 대하여 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 합병증 발생이 없거나 낮은 수준으로 동 중재는 안전성이 있음을 확인하였다.

나. 유효성 결과

외상 등 이물제거 등의 적응증의 수술에 무탐침 정위기법을 적용한 경우의 유효성을 다룬 문헌은 총 3편으로, non-RCT 1편, 단일군 연구 2편이었다.

1편의 연구에서 수술정확성은 1mm 오차 범위 이내인 것으로 나타났으며, 3편의 연구에서 보고한 수술소요시간을 제시하였고, 1편의 연구에서는 재원기간을 보고하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법을 사용하였을 때의 수술정확도가 높다는 근거가 있고, 다른 지표인수술소요시간과 재원기간은 의미를 부여할 만한 수준의 내용은 아닌 것으로 해석하였다.

□ 결론

동 연구에서는 악골 및 인접 연부조직의 수술(골절 제외)에서 무탐침 정위기법 적용 시 안전성 및 유효성을 평가하였다.

무탐침 정위기법은 상악(관골 포함)과 하악 등 악골 및 인접한 연부조직에 걸쳐 크게 종양, 형태이상, 기타 적응증에 걸쳐 적용되고 있음을 확인하였고, 이상의 적응증에 대한 안전성은 합병증 발생여부로, 유효성은 수술성공률, 수술정확성, 재발율(종양의 경우 사망 및 생존 여부 내용 포함), 수술소요시간, 재원일수, 환자만족도 및 삶의 질 등의 지표로 살펴보았다.

안전성에 대하여 적응증 별 구분 모두에서 무탐침 정위기법을 적용하는 경우 합병증은 발생하지 않았거나 군간 유의한 차이가 없는 수준이었으며, 발생한 사례들 역시 즉각적 인 처치로 회복되는 수준이었다. 이상의 내용에 대하여 소위원회에서는 동 기술은 안전 성에 있어 문제가 없는 기술로 평가하였다.

유효성에 있어 무탐침 정위기법은 선택된 문헌들이 비뚤림 위험성이 낮다고 볼 수 없다는 한계가 있으나, 전체 대상자의 수가 유효성을 판단할 수준으로 확보되어 있고, 제시된 연구결과들이 수술성공률, 수술정확성, 재발율 등의 주요 지표에서 일관된 효과를 보여주고 있어 기술의 효과를 수용할 만한 하다는 의견이었다.

따라서 소위원회에서는 무탐침 정위기법은 종양, 형태이상, 이물 제거 등의 기타 적응 증 등 악골 및 인접 연부조직 관련 수술(골절에 대해서는 별도 평가결과에 따름)에서 해부학적 수술 위치에 정확하게 도달할 수 있도록 도움을 주는 안전성 및 유효성에 대한 근거가 있는 기술로 판단하였다.

주요어

무탐침 정위기법, 네비게이션, 상악, 하악, 협골, 관골, 연부조직, 체계적 문헌고찰

T 서론

1. 평가배경

무탐침 정위기법은 해부학적 주요지표를 확인하기 어려운 환자를 대상으로 수술 전 촬영하여 등록한 CT 또는 MRI 영상을 바탕으로 수술 중 네비게이션을 이용하여 중재부위의 정밀한 위치 측정을 가능하도록 하는 기술이다. 뇌수술과 이비인후과수술 영역에서는 신의료기술평가를 거쳐 임상적 유용성 및 급여에 대한 사회적 요구도 등을 따져 각각 선별급여 본인부담률 50%와 80%가 적용되고 있다. 그러나건강보험심사평가원의 청구 현황 모니터링 결과 '안전성·유효성이 있는 의료기술(고시)'이외에 사용이 확인됨에 따라 적응증 별 사용에 대한 안전성 및 유효성 근거를 검토할 필요성이 대두되어 평가의뢰되었다(2018.6.5.). 이에 본 연구는 상악의 골 및 연부조직 관련 환자(골절 제외)를 대상으로 하는 수술에서 무탐침 정위기법의 안전성 및 임상적 유효성을 평가하여 합리적인 급여기준 설정에 필요한 의학적 근거자료를 마련하고자한다.

2. 의료기술 개요 및 관련 현황

2.1. 평가대상 의료기술

기존에는 골 및 연부조직의 절제범위와 실현가능성을 판단하기 위해 CT와 MRI가 중요한 수술 전 보조적 진단도구로 사용되었다(Hufner et al 2004). CT와 MRI를 통해 보이거나 만져지지 않는 부분의 수술을 계획하는데 많은 도움이 될 수 있으나, 수술 중 절제범위를 정확히 파악하기는 어렵고 불필요한 정상조직의 손상과 기능 손실의 위험은 여전히 존재한다(Ozaki,et al). 예를 들어, 표재성으로 피부에 근접한 종양의 경우 위치와 절제연의 판단이 명확하고, 양성 종양은 광범위 절제가 필요 없으므로

네비게이션의 사용이 불필요하지만, 사지 및 골반의 심부에 위치한 골 및 연부조직의 악성 종양은 광범위 절제시 절제 범위가 향후 환자의 예후를 결정하는 데 매우 중요하다(Cho et al 2008).

'무탐침정위기법'은 수술 기구의 위치와 움직임을 실시간으로 모니터링하여 정확한 절제연을 결정 할 수 있으며, 환자의 사망, 치명적 기능 손실 등을 최소한으로 줄이고 최적의 종양 절제를 가능하게 한다(Reijnders et al 2007).

우리나라에서는 신의료기술평가를 통해 뇌수술과 이비인후과 영역 수술을 위한 무탐침 정위기법 및 척추경 나사못 삽입술 환자에서 O-ARM Imaging System을 이용한 무탐침 정위기법이 안전하고 유효한 기술로 인정되었고(표 1), 이에 따라 무탐침 정위기법(기본) 사용이 증가되었다(표 2).

표 1. 선행 의료기술평가 결과

[신의료기술평가	2010] 신경계 수술을 위한 수술 중 CT 무탐침 정위기법
기술개요	신경계 수술을 위한 수술 중 CT 무탐침 정위기법은 뇌수술 부위로의 정확한 유도와 병소 부위의 정밀한 위치 측정을 목적으로 신경계 수술 중 CT를 촬영하면서 뇌항법 장치를 이 용하는 기술임
결과	신경계 수술을 위한 수술 중 CT 무탐침 정위기법은 수술 중 발생할 수 있는 뇌 이동 및 잔여 종괴를 확인함으로 정확한 수술을 가능하게 하는 안전성 및 유효성에 대한 근거가 있 는 의료기술 ⇒ ○
[신의료기술평가	2011] 이비인후과 영역 수술을 위한 무탐침 정위기법
기술개요	이비인후과 영역 수술을 위한 무탐침 정위기법은 부비동 및 두개저 수술시 수술전 촬영한 영상 자료를 이용하여 무탐침 정위기법(navigation)으로 수술을 시행하는 기술임
결과 1	이비인후과 영역 수술을 위한 무탐침 정위기법은 ① 부비동 재수술, ② 발육, 외상, 이전수술에 기인한 해부학적 왜곡, ③ 광범위한 비강내 용종, ④ 전두동, 사골동 후부 또는 접형골 동 관련된 병리와 관련한 부비동 질환자를 대상으로 시술시 안구/안와 합병증 및 두개내 합병증을 감소시켜 안전성을 증가 시키고, 재수술률을 낮추어 줄수 있는 보조적 시술로서 안전하고 유효한 의료기술로 평가 ⇒ ○
결과 2	이비인후과 영역의 두개저 질환수술 환자를 대상으로 한 무탐침 정위기법은 현존하는 연구 결과가 부족하여 안전성 및 유효성에 대해서는 아직은 연구가 더 필요한 단계의 기술로 평 가 ⇒ X
[신의료기술평가	2017] 수술 중 O-ARM Imaging system을 이용한 무탐침 정위기법
기술개요	수술 중 O-ARM Imaging system을 이용한 무탐침 정위기법은 두 개강 내 뇌심부자극기 삽입술 또는 척추경 나사못 삽입술 환자를 대상으로 수술 중 O-ARM Imaging system으 로 촬영한 3D 단층 영상자료를 이용해 네비게이션으로 삽입위치를 실시간 확인하여 뇌심부 자극기 또는 척추경 나사못 삽입 위치 정확도를 향상시키기 위한 기술임
결과 1	척추경 나사못 삽입술 환자를 대상으로 한 경우, 척추경 나사못 삽입의 위치정확도 향상에 있어 안전성 및 유효성이 있는 기술 ⇒ ○

결과 2	두 개강내 뇌심부 자극기 삽입술 환자를 대상으로 한 경우, 표피 감염 발생 이외에 중대한 부작용 및 합병증이 보고되지는 않았으나, O-ARM Imaging system을 이용하여 뇌심부 자극기 삽입술을 수행하기에는 신경손상의 위험이 크고, 평가에 선택된 문헌의 연구설계가 모두 단일군 연구이며 연구대상자 수가 적어 안전성 및 유효성을 입증하기에는 아직은 연 구가 더 필요한 단계의 기술 ⇒ x
[신의료기술평가	2017] 무탐침 정위기법을 이용한 악안면 수술
기술개요	무탐침 정위기법을 이용한 악안면 수술은 악안면 영역 수술 환자(악안면 교정 수술, 안와재 건수술, 얼굴 골절 재건수술, 종양제거수술, 재수술)를 대상으로 수술 전에 촬영한 CT 또는 MRI 영상을 등록한 후 수술 중 네비게이션을 이용하여 정확한 위치 확인 및 병소를 제거 하기 위한 기술임
결과	무탐침 정위기법을 이용한 악안면 수술은 악안면 영역 수술 환자(악안면 교정 수술환자, 얼굴 골절 재건 수술 환자, 안와재건 수술 환자)를 대상으로 수행시 안전성에는 문제가 없는 기술이나, 유효성을 입증하기에 아직은 잘 설계된 비교연구 결과가 더 필요한 단계의 기술로 평가 ⇒ x

표 2. 연도별 무탐침정위기법 청구현황

(단위: 회)

					(_ // _//
구분			2015년	2016년	2017년
총 계			14,774	17,851	19,772
	무탐침	소계	14,642	17,736	19,677
S4851 정위기법 (기본)	정위기법	선별 50%	8,049	8,407	8,491
	(기본)	선별 80%	6,593	9,329	11,186
	수술중 CT	소계	132	115	95
S4852	무탐침	선별 50%	89	78	57
	정위기법	선별 80%	43	37	38

주1. '17년 12월까지의 진료분, '18년 2월 심결 기준

- 2. 실시기관 현황: 등재 당시 52개소 → 121개소(종합병원 이상 기관이 102개로 84.3%)
- 3. 선별급여 등재 당시 연간 예상건수: 19,400건 (뇌수술11,100건 + 그 외수술 8,300건)

출처: 건강보험심사평가원.

건강보험심사평가원 청구현황 자료에 따르면, 골절을 제외한 적응증에 대하여 악골 및 인접 연부조직의 수술에서 무탐침 정위기법이 사용된 것으로 파악되는 사례는 아래와 같다.

표 3. 건강보험심사평가원 청구현황(2019.4. 현재)

- 상악(협골·관골 포함) (골절제외) 수술, 하악 (골절제외) 수술

< 산출기준 >

- ◇ '15년 1월 시행일부터 '18년 12월까지의 건강보험 진료분 기준('19년 2월까지 지급)
- 건강보험: 「국민건강보험법」에 따라 국내에 거주하는 국민을 이 법의 적용대상인 가입자 등으로 규정. 직장가입자, 지역가입자로 나뉨. 의료급여, 보훈 대 상자는 제외함
- 연도: 요양개시년도 기준 (요양기관에서 실제 환자가 내원한 요양개시일을 적용, 요양기관의 명세서 청구 여부 및 심사년월에 따라 현황이 달라질 수 있음)
- ◇ 전체 수술 청구 현황에서 본인부담률 착오 청구 건 제외
- ◇ 진료분야별 수술 청구현황의 경우 무탐침정위기법과 해당 수술 5단코드의 동시 청구 명세서 건수로, 동일 명세서 내에 다른 수술 5단코드가 존재할 수 있음
- ◇ 의뢰된 5단코드 중 청구 건이 없는 경우 미기재

(단위: 건, 개소)

	구분	계	2015 년	2016 년	2017 년	2018 년
	계 (요양기관수)	228 (40)	43 (16)	40 (16)	58 (21)	87 (26)
N0391	상악골부분절제술	70	9	10	19	32
N0392	상악골전적출술	2	-	1	1	-
N0402	상악골(관골포함)양성종양(낭종포함)절제술-3cm미만	19	6	2	4	7
N0403	상악골(관골포함)양성종양(낭종포함)절제술-3cm이상	27	4	6	6	11
N0404	상악골(관골포함)악성종양[림프절청소포함]부분절제술	21	6	5	5	5
N0405	상악골(관골포함)악성종양[림프절청소포함]전적출술	4	-	2	1	1
N0421	하악골부분절제술	1	-	-	-	1
N0424	악골내골신장기구제거술	2	-	2	-	-
N0428	관상돌기절제술	3	1	1	1	-
N0432	하악골양성종양(낭종포함)절제술-편측악골1/3미만	1	-	-	-	1
N0435	하악골악성종양절제술[림프절청소포함]-하악골변연절제	1	-	-	-	1
N0436	하악골악성종양절제술[림프절청소포함]-하악골부분절제	1	-	-	-	1
U4533	악골수염수술(치조부에국한된경우)	11	-	2	7	2
U4534	악골수염수술(편촉악골의1/3미만의범위)	10	3	1	4	2

	악골수염수술(편측악골의1/3이상의범위)	4	ı	-	-	3
U4640	하악골재건술	1	-	-	-	1
U4731 =	골융기절제술(하악설측또는상악협측골융기절제)	1	_	-	-	1
U4791 &	상악골부분절제술	17	5	3	4	5
U4801 &	상악골(관골포함)양성종양(낭종포함)절제술-3cm미만	7	1	1	1	4
U4802 &	상악골(관골포함)양성종양(낭종포함)절제술-3cm이상	11	4	1	3	3
U4811 &	상악골(관골포함)악성종양[림프절청소포함]부분절제술	3	2	1	-	-
U4861	하악골부분절제술	1	_	-	-	1
U4871	하악골양성종양(낭종포함)절제술-편측악골1/3미만	3	-	-	1	2
U4900 S	악관절탈구비관혈적정복술	2	_	-	1	1
U4960	하악과두절제술	1	-	-	-	1
U4972 S	악골내고정용금속제거술(소형금속판의제거)	3	_	2	-	1
UY043 &	상악골성형술(Le Fort I)	1	1	-	-	_

2.2. 국내 급여현황

무탐침 정위기법에 대한 국민건강보험의 현행 수가 및 기준은 다름과 같다. 2018 년 기준으로 행위 급여·비급여 목록에는 "자-485 무탐침정위기법"이 등재되어 있으며, 요양급여의 적용기준 및 방법에 관한 세부사항으로 뇌수술에 대하여 선별급여본인부담률 50%, 그 외 시행하는 경우 본인부담률 80%를 산정하도록 하는 고시를따르고 있다(보건복지부 고시 제2017-152호, '17.9.1.시행). 이와 관련한 세부내용은 [표 4] 및 [표 5]과 같다.

표 4. 행위 급여·비급여 목록 및 급여 상대가치점수 ('18년 기준, 병원급 이상 단가 적용)

분류번호	코 드	행위명칭	점 수	금액(원)
자-485		무탐침정위기법		
		Navigation Procedure for Surgery		
		주:1. 「선별급여 지정 및 실시 등에 관한 기준」		
		별표2에 따른 요양 급여 적용		
		2. 사용된 무탐침정위기법 치료재료 및 무탐침		
		정위기법 생검용 Needle은 별도 산정한다.		
	S4851	가. 기본	2,672.78	196,450
	S4852	나. 수술 중 CT 무탐침정위기법	7,768.33	570,970

표 5. 요양급여의 적용 기준 및 방법에 관한 세부사항 (고시 제2017-152호, '17.9.1.시행)

무탐침 정위기법은 수술부위로의 정확한 유도와 병소 부위의 정밀한 위치측정을 위하여 뇌 항법 장치(Navigation System)를 이용하는 방법으로써, 인정기준은 다음과 같이 함.

- 가.「선별급여 지정 및 실시 등에 관한 기준」에 따라, 다음과 같은 경우에 본인부담률 50%를 적용함.
- 1) 기본 무탐침정위기법
 - 가) 뇌종양 수술(생검 포함)
 - (1) 축내종양(intra-axial tumor)
 - (2) 뇌 주요부위(eloquent area)에 발생한 뇌종양(meningioma 등)
 - (3) 주요 뇌구조물 또는 뇌혈관을 침범한 뇌기저부종양
 - 나) 정상혈관과의 구분 및 위치파악이 필요한 뇌동정맥 기형수술
 - 다) 심부 뇌전증병소 제거술 또는 mapping으로 판단이 불가능한 뇌전증수술
 - 라) 뇌실이 작은 경우에서의 뇌실천자술
 - 마) 심부 뇌농양, 뇌내 이물질 제거 수술
 - 바) 심부 뇌실질내 혈종제거술
 - 사) 뇌동맥류 수술
 - 아) 경접형동 뇌하수체종양수술(Trans-sphenoidal approach)
- 2) 수술 중 CT 무탐침정위기법은 상기 1)의 가). (1) 또는 (3)에 해당되는 경우
- 나, 위 "가" 이외에 시행한 경우에는 본인부담률 80%를 적용함.
- 다. 무탐침정위기법 사용을 위하여 진단목적 이외로 추가 촬영한 CT 또는 MRI는 임상적으로 의학적 필요성이 인정되는 경우에 별도 요양급여를 인정함. 이때의 촬영료는 제한적 CT(다245) 또는 제한적 MRI(다246)로 산정함.

2.3. 국외 급여현황

두부 관련 무탐침 정위기법에 대한 미국의 CPT code 등재내역 및 수가적용의 가이드라인은 [표 6]과 같으나, 악골 및 인접 연부조직 수술 부위에 특정한 내용은 확인할 수없었다.

표 6. 두부 관련 무탐침 정위기법 국외 급여 현황 (2018. 7. 확인)

구분	내 용
	[Category I Codes]
미국	⟨Nervous⟩
CPT code	• 61781
	- Stereotactic computer-assisted (navigational) procedure, cranial, intradural

구분	내 용
	• 61782
	- Stereotactic computer-assisted (navigational) procedure, cranial, extradural
	• 61783
	- Stereotactic computer-assisted (navigational) procedure, spinal
	Payment is limited to CPT codes 61781, 61782 and 61783 for any one or more
	of the following indications:
	 Where there is clinical data to support its use.
	• When used in conjunction with most intracerebral procedures, excluding routine
	shunt procedures.
	• When used for the following extracranial otorhinolarngological/head and neck
	procedures:
	o Revision endoscopic sinus surgery
	o Frontal or sphenoid sinus surgery when there is documented loss of or
미국	altered anatomic and marks, congenital deformities or severe trauma
United-	o Significantly distorted sinus anatomy of developmental, postoperative or
Healthcare	traumatic origin
®	o Extensive sino-nasal polyposis of sufficient severity to create a need for
	the precision localization and navigation assistance
	o Pathology involving the frontal, posterior ethmoid or sphenoid sinuses
	o Disease abutting the skull base, orbit, optic nerve or carotid artery
	o Lateral skull base surgery where navigational planning and assistance is
	required
	o CSF rhinorrhea or conditions where there is a skull base defect
	o Transsphenoidal surgery
	o Benign and malignant sino-nasal neoplasms of sufficient size or high-risk
1	location

https://www.uhcprovider.com/content/dam/provider/docs/public/policies/medadv-guidelines/s/stereotactic-computer-assisted-volumetric-navigational-procedures.pdf

평가방법



1. 체계적 문헌고찰

1.1. 개요

본 연구에서는 악골 및 인접연부조직 관련 질환(골절 제외) 수술에 사용되는 무 탐침 정위기법에 대한 안전성 및 효과성의 근거를 평가하기 위하여 체계적 문헌고 찰을 수행하였다. 자세한 연구방법은 아래와 같다. 모든 평가방법은 연구목적을 고 려하여 "무탐침정위기법에 대한 안전성 및 유효성 평가(악골 및 인접연부조직 관련 수술(골절 제외)) 소위원회(이하 '소위원회'라 한다)"의 심의를 거쳐 확정하였다.

1.2. PICO-T(timing)S(study design)

체계적 문헌고찰은 핵심질문을 작성하고 이에 따른 요소를 명확히 규명한 모형을 바탕으로 수행한다. 본 연구와 관련한 핵심질문은 다음과 같다.

- · 악골 및 인접연부조직 관련 수술에서 무탐침정위기법의 사용은 유효한가?
- · 악골 및 인접연부조직 관련 수술에서 무탐침정위기법의 사용은 안전한가?

문헌 검색에 사용된 검색어는 PICO 형식에 의해 그 범위를 명확히 하여 초안을 작성한 후 제1차 소위원회 심의를 거쳐 확정하였다(표 7). 또한 PICO와 그 세부내용의 선정은 충분한 의견수렴 과정을 거치기 위하여 1차 소위원회에서 논의된 내용을 바탕으로 지속적인 소위원회의 합의를 도출하고 그 내용을 확정하였다.

표 7. PICO-TS 세부 내용

구분	세부내용
Patients (대상 환자)	- 상악골 양성 및 악성 종양 등 골절 이외 질환 환자
Intervention (중재법)	- 무탐침정위기법을 이용한 수술
Comparators (비교치료법)	- 무탐침정위기법을 사용하지 않은 수술

구분	세부내용
Outcomes (결과변수)	안전성 수술 중 · 후 합병증 발생률 유효성 수술관련요인 ·수술성공률 ·수술정확성 ·개발율 ·생존율 수술소요시간 재원일수 환자관련요인 · 환자 만족도 · 삶의 질 점수
Time (추적기간)	- 제한두지 않음
Study type (연구유형)	- 제한두지 않음

1.3. 문헌검색

가. 국내

국내 데이터베이스는 아래의 5개 검색엔진을 이용하였다(표 8). 검색어로는 Patient 영역으로 '상악'을, Intervention 영역으로 '영상유도', '네비게이션', '항법', '컴퓨터'를 조합하여 데이터베이스 특성에 따라 적용하였다. 추적기간과 연구유형은 제한을 두지 않았으며 구체적인 검색전략은 [부록]에 제시하였다.

표 8. 국내 전자 데이터베이스•

KoreaMed	http://www.koreamed.org/
의학논문데이터베이스검색(KMBASE)	http://kmbase.medric.or.kr/
학술데이터베이스검색(KISS)	http://kiss.kstudy.com/
한국교육학술정보원(RISS)	http://www.riss.kr/
과학기술학회마을(KISTI)	http://society.kisti.re.kr/

나. 국외

국외 데이터베이스는 Ovid-Medline, Ovid-EMBASE, Cochrane CENTRAL을 이용하여 체계적 문헌고찰 시 주요 검색원으로 고려되는 데이터베이스를 포함하였다(표9). 검색어는 Ovid-Medline에서 사용된 검색어를 기본으로 각 자료원의 특성에 맞게 수정하였으며 MeSH term, 논리연산자, 절단 검색 등의 검색기능을 적절히 활용하였다. 구체적인 검색전략 및 검색결과는 [부록]에 제시하였다.

표 9. 국외 전자 데이터베이스

Ovid	MEDLINE(R)	In-Process	&	Other	http://gyidan.tv.gyid.gom
Non-In	dexed Citations	and Ovid MED	http://ovidsp.tx.ovid.com		
Ovid E	MBASE		http://ovidsp.tx.ovid.com		
Cochra	ne Central Regis	ster of Controlle	als	http://www.thecochranelibrary.com	

1.4. 문헌선정

기존에 수립된 문헌 선택 배제 기준에 의거하여 문헌 선택·배제를 진행하였고, 문헌선정은 검색된 모든 문헌들에 대해 두 명 이상의 검토자가 독립적으로 시행하였다. 의견 불일치가 있을 경우 제3자와의 논의를 통해 합의하였다.

선택배제의 기준은 [표 10]과 같다.

표 10. 선택배제 기준

선택기준 • 악골의 골 및 연부조직 관련(골절 제외) 질환자 대상 연구 • (악성, 양성) 종양, 골수염, 골괴사증 등 • 무탐침정위기법을 이용한 수술을 수행한 연구 • 사전에 선정한 결과변수가 하나 이상 보고된 연구 배제기준 • 동물실험, 전임상시험연구 • 원저가 아닌 연구 및 초록만 발표된 연구 등 동료심사를 거쳐 학술지에 게재된 연구가 아닌 경우(narrative review, expert opinion, editorial, letter articles, book chapters, comments, proceedings 등) • 한국어 및 영어로 출판되지 않은 문헌 • 증례보고

문헌의 검토과정에서 치아 임플란트 문헌이 다수 확인되었다. 소위원회에서는 임상적 유용성 면에서 네비게이션을 활용한 치아임플란트 관련 내용도 의미가 있을 것으로 보이나, 우선 이번 검토범위는 치아 부분은 제외하고 상하악 및 인접 연부조직 중심으로 평가를 진행하기로 하였다.

그리고 1차 소위원회에서는 한국어와 영어로 출판된 문헌 위주로 검토하되, 제2 외국어의 경우에도 위원의 추천에 의한 문헌은 선택배제 기준 부합여부를 검토하여 반영하기로 하였다. 그러나 위원들에 의해 수기검색된 문헌은 없었다.

1.5. 비뚤림 위험 평가

두 명 이상의 연구자가 독립적으로 문헌의 질평가 수행하였고, 비교자가 있는 연구의 경우, 무작위비교임상연구는 Cochrane의 Risk of Bias, 후향적 코호트 연구, 단면연구 등 비무작위연구의 경우는 ROBANS 도구를 이용하여 평가하였다.

1.6. 자료추출

사전에 개발된 자료추출 서식 활용하여 자료추출을 수행하였다. 한 명의 연구자 추출 후 다른 연구자 검토하는 방식으로 진행되었다.

자료추출 서식은 [표 11]과 같으며, 대상자 특성, 중재법 특성, 비교법(군) 특성, 주요결과 등을 포함하기로 하였다.

표 11. 자료추출 서식

구분		주요 내용											
연구특성	연구 ID, 출판연도, 연구국가												
ロエヨの	연구디자인												
	OJ TILA	환자군 정의(부위 및 병명 포함),	환자수, inclusion/exclusion criteria,										
	연구대상	군 배정방법, 일반적 특성											
연구방법	중재법 무탐침정위기법 형태+ 수술명												
	비교치료법 수술명												
	추적관찰 추적관찰기간 및 탈락률												
	통계분석	지표정의, 일차지표, 통계방법, p깂	는 등										
여기경기	안전성 결과	수술 중·후 합병증, 사망률	>> 경기병소 점이 초점반법 기계										
연구결과	유효성 결과	각 연구대상의 유효성 지표	※ 결과변수 정의, 측정방법 기재										
비고	결론												
미끄	참고사항												

1.7. 자료합성

양적 합성이 가능한 경우 메타분석을 수행하고, 합성이 가능하지 않은 경우 질적 기술을 하고자 하였다. 그러나 문헌에서 제시한 내용들이 이질하여 양적합성이 가능한 수준이 아니었으므로 정성적 합성을 수행하여 기술하였다.



평가결과

1. 문헌선정 결과

골절을 제외한 악골 및 인접 연부조직과 관련된 수술에서 무탐침정위기법을 사용하는 대상은 타 평가범주에서 다루는 골절을 제외한 그 외 나머지 영역을 검토하였다. 소위원회의 논의 초기에는 종양, 골수염, 골괴사증 등이 대다수일 것으로 예상하였으나, 문헌 확인결과 기형 등의 형태이상, 기능부전, 측두하악관절증후군, 외상및 이물제거 등으로 대상범위가 광범위하였고, 이를 모두 평가에 포함하기로 결정하였다. 그 외 치아임플란트에 무탐침정위기법을 이용한 기준에 부합되는 연구가 39편이 확인되었으나, 소위원회에서는 치아임플란트 관련 문헌의 경우, 행위정위 상별도로 구분할 수 있는 치아 영역은 이번 평가에서 제외하기로 하였다. 본 연구에서는 국내외 전자데이터베이스를 이용한 검색을 거친 내용을 소위원회 논의를 통한평가계획에 의한 문헌검색을 진행하였고, 미리 설정된 선택·배제 기준을 적용하여선택된 최종 41편의 문헌을 선정하여 그 결과를 분석하였다.

1.1. 문헌선정 개요

연구주제와 관련된 문헌을 찾기 위해 국내외 전자데이터베이스를 사용하여 검색된 문헌은 총 17,576편이었으며 각 데이터베이스에서 중복 검색된 6,682편을 제외한 10,894편이 문헌선택과정에 사용되었다. 중복 제거 후 문헌은 제목 및 초록검토를 통하여 1차선택배제를 실시하고, 소위원회 논의를 거쳐 소수 대상자를 포함하는 증례보고 수준의문헌까지를 제거하고 원문을 검토하여 최종 41편의 문헌을 최종 선택하였다(국내 0편,국외 41편).

본 연구의 문헌선정 흐름도는 [그림 1]과 같으며 최종 선택문헌 목록은 [부록]에 자세히 기술하였다.

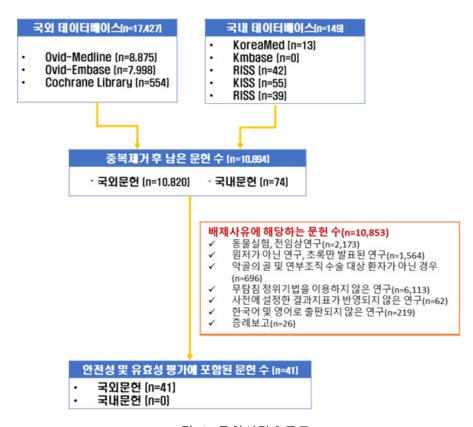


그림 1. 문헌선정흐름도

1.2. 선정 문헌 특성

본 연구에서 선택된 41편 중 악골 및 인접연부조직의 종양을 대상으로 한 문헌은 총 16편, 형태이상 관련 문헌은 총 21편, 이물제거 관련 문헌은 4편이었다. 선정문헌은 기술의 개발 및 발달 상황을 고려하여 2000년대 이후 출판된 문헌을 포함하는 것으로 소위원회에서 결정하여 검색식에서부터 연도제한이 적용되었다. 6편의 문헌만이 2000년대 문헌이었고, 나머지 35편은 모두 2010년 이후 출판된 문헌이었다. 연구수행국가로는 중국이 20편으로 가장 많았고, 독일(9편), 이탈리아(6편), 대만(3편), 벨기에, 한국, 미국이 각1편씩이었다. 연구유형은 무작위 임상시험 3편, 비무작위 임상시험 8편, 나머지는 모두증례연구였다.

중재시술은 네비게이션, 컴퓨터 보조 수술 등으로 표현되는 무탐침정위기법을 이용한 악골 및 인접연부조직 수술을 대상으로 하되, 수술 전 영상 촬영, 수술 중 navi 적용, 수술 후 영상과 비교하는 개념 중심으로 검토하였다. 네비게이션이 포함되지 않은 컴퓨터 기반 설계/제조 기술(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM), 3D 프린팅 및 프로토타입 제작, 가상계획 등의 내용은 배제하는 것으로 소위원회에서 확인하였다. 비교수술은 무탐침정위기법을 적용하지 않은 의사의 재량에 따른 전통적인 술기로 수행한 것이었다.

선택문헌의 목록은 적응증 별로 [표 12], [표 13], [표 14]에 정리하였다.

표 12. 선정문헌의 일반적 특성-(종양)

Œ	여그	TII 4 TJ TL	øд	대상	환자		ı	중재시술	여사		의료	결과	
연번	구 연유	제1저자 (출판연도)	연구 국가	적응증 (양성,악성)	부위	N	С	비교시술	영상 유도	navi	안전성	유효성	
1	non- RCT	Ricotta	이탈리아	악성	중앙 안면부	28	10 8	1) (navi) 종왕전세술 피판재산술 2) (용적계산+navi) 상동	3D CT	Stryker	-	수술성공률 수술정확성	
	(전향적)	(2010)					10	(manuall) 상동	Oi			수술소요시간	
2	2 RCT	Catanzaro	이탈리아	악성 14	상하악 관골 등	- '	8	(navi) 종양절제술	СТ	Brainlab	기타	수술성공률	
		(2017)		양성 2	포함 두경부	.0	8	(manuall) 상동	0.	D. G.I. IIGO	(수술 중단)	수술소요시간	
3	non-	Taristano (2017)	이탈리아	악성	상악	상악 20	10	(navi) 종양절제술	СТ	Stryker	_	수술성공률 수술정확성	
	(전향적)						10	(manuall) 상동		,		종양재발율	
4	non- RCT	Yu	중국	국 양성	양성	하악	29	12	(navi) 하악절제술(종양절제포함), 하악재건술	СТ	Brainlab	합병증	수술성공률 수술정확성
	(후향적)	(2016)					10 7	(manuall) 상동 (CAD+navi) 상동				수술소요시간 환자만족도	
5	non- RCT	Zhang (2016)	중국	악성 41 양성 4	하악	45	15	(navi) 하악절제술(종양절제포함), 하악재건술	СТ	Brainlab	합병증	수술성공률 수술정확성 종양재발율	
	(후향적)	적)	2010/				30	(manuall) 상동				환자만족도	

ф	여그	제1저자	여그	대상	환자		I	중재시술	여사	_	의료	결과
연번	연구 유형	제1저자 (출판연도)	연구 국가	적응증 (양성,악성)	부위	N	С	비교시술	영상 유도	navi	안전성	유효성
6	6 non-	Guo (2015)	중국	악성	측두하와	42	11	(navi) 종양절제술	СТ	Brainlab	-	수술성공률 (안전확보) 종양재발율
	1101	(2013)					31	(manuall) 상동				(생존율) 수술소요시간
							8	(navi) २०९७मार्ट गरमारिट				수술성공률 수술정확성
7	non- RCT	Zhang (2015)	중국	악성 15 양성12	상악	27	19	(manuall) 상동	3D CT	Brainlab	합병증	종양재발율 (사망률) 환자만족도
8	증례 연구	Zheng (2018)	중국	양성	하악	14		(navi) 종양절제술 피판제간술	СТ	BrainLab	합병증	수술성공률 수술정확성
9	증례 연구	Li (2016)	중국	양성	하악	9		(navi) 종양절제술 피판제간술	СТ	BrainLab	합병증	수술성공률 수술정확성 수술소요시간 환자만족도
10	증례 연구	Shan (2016)	중국	결손5 양성10 악성5	하악	20		(navi) 종양절제술 피판제간술	СТ	BrainLab	-	수술정확성

ф	여구 제1 저자		여그	대상 환자			I	중재시술	여사		의료	결과
연번	연구 유형	제1저자 (출판연도)	연구 국가	적응증 (양성,악성)	부위	N	С	비교시술	영상 유도	navi	안전성	유효성
11	증례 연구	Wu (2016)	중국	양성	하악	8		(navi) 종8화1술 피판RC술	СТ	AccuNavi	합병증	수술정확성 환자만족도
12	증례 연구	Pellegrino (2015)	이탈리아	악성	상악	5		(navi) 상악절제술(종양절제포함), 관골임플란트 이용 재건술	СТ	ImplaNavi	합병증	환자만족도
13	증례 연구	Yu (2013)	중국	양성	두개상악	5		(navi) 종양절제술, 재건술	СТ	AccuNavi	합병증	수술정확성 종양재발율
14	증례 연구	Chien (2012)	대만	악성	하악	10		(navi) 하악절제술(종양절제포함), 피판재건술	CT/ PET	BrainLab	-	수술성공률 종양재발율 (사망률, 생존율)
15	증례 연구	Heiland (2004)	독일	종양	상악안면	20 (10)		(navi) 종양절제술	CT/ MRI	BrainLab	-	수술성공률
16	증례 연구	Sharamm (2000)	독일	종양	두개상악 안면	14 (3)		(navi) 종양절제술, 괄골임플란트 이용 재건술	CT/ MRI	Stryker	_	수술성공률 수술정확성

15)와 16)연구는 부위 및 적응증이 광범위하여, 이 중 악골 및 인접 연부조직 종양을 다룬 사례()를 중심으로 결과분석함

표 13. 선정문헌의 일반적 특성-(형태이상)

연번	연구 유형	제1저자 (출판연도)	연구 국가	대상 환자		N	ı	중재시술	영상	- audi	의료결과	
				적응증	부위	IN	С	비교시술	영상 유도	navi	안전성	유효성
17	I RCT I	Berger	독일	부정교합	하악관절	10	5	(navi) 악교정수술	CBCT	EM-navi	-	수술정확성
		(2018)					5	(manuall) 상동				12070
18	RCT	Berger (2017)	독일	부정교합	상악관절	12	6	(navi) 악교정수술	CBCT	EM-navi	_	 수술정확성
	1101		'-				6	(manuall) 상동	0001			1 20 70
19	non-	Zhu	7hu	형태이상			32	(AR navi) 하악각절제술	СТ	AR toolkit,	합병증	 수술정확성
	RCT	(2018)	중국	(하악각	하악 93	93	28	(3D프링팅형팬 상동		Autodesk		수술소요시간
	(후향적)	(2010)	2010)	비대)			34	(manuall) 상동		3ds Max		구골고표시신
20	증례	Du	중국	부정교합	상하악	12		(navi) 절골술	СТ	언급없음	합병증	수술정확성
	연구	(2019)										재발율
21	증례	Wang	중국	위축	상악	15		(navi) 관골임플란트삽입술	CBCT	BrainLab	합병증	수술성공률
	연구	(2018)										수술정확성
22	증례	Badiali	이탈리아	하악견인	하악	소아 7		(navi) 하악견인술	CBCT	Stryker	-	수술정확성
	연구	(2017)		골생성								12090
23	증례	Hung	중국	비대	상악	10		(navi) 관골임플란트삽입술	CBCT	BrainLab	합병증	 수술정확성
	연구	(2016)										
24	증례	Yu	중국	골연골증,	하악	5		(navi) 절골술	СТ	TBNavis	합병증	수술정확성
	연구	(2016)		부정교합		J						재발율
25	증례	Chang	대만	구순구개열	상하악	20		(navi) 악교정수술	CBCT	BrainLab	-	수술정확성
	연구	(2015)		부정교합	041							환자만족도
26	증례	Lin	대만	치아안면	상하악	37		(navi) 악교정수술	CBCT	BrainLab	합병증	수술정확성
	연구	(2015)		형태이상		3/						환자 만족도
27	즈레	증례 Wang 연구 (2015) 중국		섬유		면 8		(navi) 안면윤곽술 등	СТ	언급없음	합병증	수술정확성
			중국	이형성,	상악안면							환자만족도
	건구			형태이상								시간 축조 전시인 축조 ()

연	연구	제1저자	연구	대상	환자	N	I	중재시술	영상	novi	의료	결과
연 번	연구 유형	제1저자 (출판연도)	연구 국가	적응증	부위	N	С	비교시술	영상 유도	navi	안전성	유효성
28	증례 연구	Gui (2014)	중국	강직	측두하악 관절	6		(navi) 관절성형술	СТ	STN, AccuNavi	합병증	수술성공률 수술정확성 재발율 환자만족도
29	증례 연구	Li (2014)	중국	형태이상	상하악	5		(navi) 악교정수술	СТ	AccuNavi	-	수술정확성 수술소요시간 환자만족도
30	증례 연구	Sun (2014)	벨기에	형태이상	안면	17		(navi) 악교정 수술	CBCT	BrainLab	-	수술정확성
31	증례 연구	Shim (2013)	한국	형태이상	안면	10		(navi) 골절제술	СТ	언급없음	-	수술성공율
32	증례 연구	Kaduk (2012)	독일	(턱) 튀어나옴, 후퇴증	하악	17		(navi) 골절제술	СТ	BrainLab	합병증	수술정확성 재발율
33	증례 연구	Zhang (2012)	중국	형태이상	중앙 안면부	40		(navi) 안면교정술	СТ	TBNavis	합병증	수술정확성
34	증례 연구	Hanasono (2010)	미국	결손	중앙안면	27		(navi) 재건술	언급 없음	BrainNavi	합병증	수술성공률
35	증례 연구	Mazzoni (2010)	이탈리아	형태이상	치아안면	10		(navi) 악교정 수술	СТ	Stryker	-	수술정확성
36	증례 연구	Yu (2009)	중국	강직	측두하악 관절	4		(navi) 관절성형술	СТ	TBNavis	합병증	수술성공률 수술소요시간
37	증례 연구	Marmulla (2007)	독일	부정교합	측두 하악 관절	6		(navi) 골절제술	언급 없음	SSN	-	수술정확성
EM	navi, 전	자기장 네비	게이션(Auror	afiled + Visu	alStudio)							

19

표 14. 선정문헌의 일반적 특성-(육안으로 접근이 어려운 외상 또는 이물의 제거)

연	연구	제1저자	연구	대상	환자	N	I	중재시술	영상	:	의료	결과
연 번	연구 유형	제1저자 (출판연도)	연구 국가	적응증 부위 C 비교시술	비교시술	영상 유도	navi	안전성	유효성			
38	non- Grobe 독일	외상	안면부 (하악10건 50 포함)	50	32	(navi) 이물제거술	СТ	Brainlab	합병증	수술소요시간		
38 RCT (2009) 독일	72	(총상)		18	(manuall) 상동		Dianias		재원일수			
39	증례 연구	Xing (2015)	중국	외상 (총상) 이물	상악면, 경부	24		(navi) 이물 제거술	СТ	BrainLab	합병증	수술시간
40	증례 연구	Eggers (2009)	독일	이물	상악안면 (상악1, 관골3 포함)	7		(navi) 이물 제거술	CBCT	BrainLab	합병증	-
41	증례 연구	Siebegger (2001)	독일	이물	두부, 경부 (상약6 포함)	11		(navi) 이물 제거술	CT/ MRI	BrainLab	합병증	수술정확성 수술시간

1.3. 비뚤림 위험 평가 결과

선택된 문헌 중 비뚤림 위험 평가 대상이 되는 문헌은 총 11편으로 무작위 임상시험연구(Randomized Controlled Trial, RCT) 2편과, 비무작위 임상시험연구 (non-Randomized Controlled Trial, non-RCT) 9편이었다. 연구유형 별 평가결과 및 평가요약 그래프는 아래와 같이 제시하였다.

가. 무작위 임상시험연구

RCT 2편의 비뚤림 위험은 무작위 배정순서의 생성, 배정순서 은폐, 참여자, 연구자, 결과평가자 눈가림 연부, 불완전한 결과자료, 선택적 결과보고 등의 영역으로 나누어 고위험, 저위험, 불명확 세 등급으로 평가하였다.

2편 모두 부정교합 환자를 대상으로 한 무작위 배정 연구임을 밝혔으나, 배정순서 생성 및 은폐, 눈가림 등에 대한 구체적인 설명이 제시되지 않아 비뚤림의 위험성이 명확치 않다고 판단하였다. 따라서 선택문헌의 비뚤림 위험성 평가결과를 고려할 때 방법론적인 질은 높지 않은 것으로 판단된다.

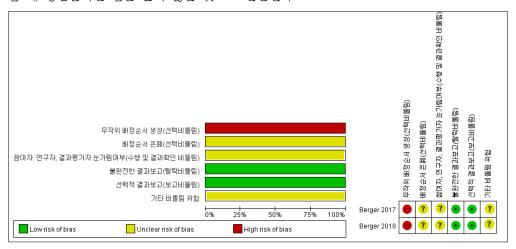


그림 2. 비뚤림 위험성평가 그래프(좌) 및 항목별 요약(우) (RCT by RoB)

나. 비무작위 임상시험연구

non-RCT ROBANS 비뚤림 평가도구를 이용하여 대상군 비교가능성, 대상군 선정 교란변수, 노출측정, 평가자 눈가림, 결과평가, 불완전한 결과자료, 선택적 결과보고, 민간연구비 지원 등의 영역에 대하여 고위험, 저위험, 불명확 세 등급으로 평가를 수행하였다. 평가대상이 된 문헌은 총 9편이었으며, 종양을 다룬 문헌이 7편, 그 외 하악각 비대 및 외상이 각 1편씩이었다. 중재군과 비교군의 대상자 수가 유사하지 않거나, 또는 수적으로 유사하게 배분되더라도 대상자 특성을 고려했는 지가

명확치 않은 연구가 다수 포함되어 전반적인 문헌의 비뚤림 위험성을 고려할 때 비뚤림 위험 수준이 낮다고 말하기는 어려울 것으로 보인다.

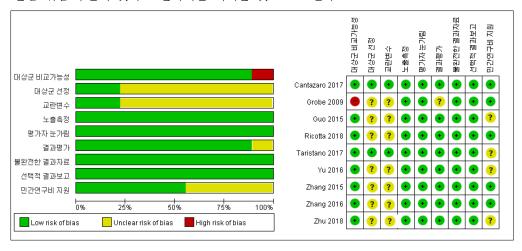


그림 3. 비뚤림 위험성평가 그래프(좌) 및 항목별 요약(우) (non-RCT by ROBANS)

2. 분석결과

동 평가에서는 적응증의 성격 별로 구분하여 종양 등 연부조직 침범이 많은 경우와 그 외 적응증으로 나누어 결과를 제시하고자 한다. 동일 문헌 내에서 2개로 구분한 영역이 모두 확인되는 경우, 적응증 별로 구분하여 정리하였고, 일부 문헌에서 선택기준에 부합하지 않는 적응증(골절 또는 안와, 부비동 등 타 평가에서 다루는 내용)은 제외하고 동 평가범주에 해당하는 내용을 분리하여 결과를 제시하였다.

2.1. (양성, 악성) 종양

양성 또는 악성 종양의 경우 악골 및 인접 연부조직 침범이 많고, 병변의 제거 및 기능적 개선이 치료의 주를 이룬다는 특징이 있다. 종양을 적응증으로 한 선택문 헌은 총 16편으로, 무탐침정위기법 적용여부에 따라 중재군과 비교군을 설정한 비교연구가 총 7편, 그 외는 9편은 증례연구였다.

가. 안전성

선택된 문헌들에서 다루는 안전성의 지표로는 합병증이 대표적이며 총 8편의 문헌에서 이를 보고하였다. 그 외 1편의 연구에서 중재와 관련한 문제발생 사례를 보고하였다.

1) 합병증

종양 수술 환자를 대상으로 한 무탐침 정위기법의 합병증 발생 여부를 살펴본 연구는 nonRCT 3편과 단일군 연구 5편이었다.

Yu(2016)는 하악 양성종양 환자 29명을 대상으로 하악절제술(종양절제술 포함) 및 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였다. 대상자는 총 3개 군으로 나누었으며, 컴퓨터 설계시스템(computer-aided design, CAD)과 네비게이션을 함께 적용한 중재군(12명), CAD만 적용한 비교1군(7명), 컴퓨터 보조기법 없이 수술을 시행한 비교2군(10명)의 결과를 비교하였다. 3개 군 모두에서 추적관찰기간 6개월 동안의 합병증 발생은 없는 것으로 보고하였다.

Zhang(2016)은 하악종양 환자 45명을 대상으로 하악절제술(종양절제술 포함) 및 유리혈관장골능피판을 이용한 하악재건술을 수행하였으며, 네비게이션을 적용한 중 재군(15명, 전원 양성종양 환자)과 적용하지 않은 비교군(양성종양 26명 및 악성종양 4명)을 구분하여 그 결과를 비교하였다. 44.0±21.8개월의 기간 동안 중재군에서 1건, 비교군에서 5건의 합병증이 발생한 것으로 보고되었다. 중재군의 경우, 국소감염 1건으로 일반적인 항생제 치료, 국소 세척 및 드레싱으로 치유되었다. 비교군의 경우 국소감염 3건이 발생하여 항생제 적용 및 국소적 치료를 시행하였고, 부정유합 2건도 발생하여 인공삽입물을 적용한 수술적 중재로 치료하였다고 보고하였다.

Zhang(2015)은 상악종양 환자 27명을 대상으로 네비게이션을 적용한 중재군 8명(악성종양 2명, 양성종양 6명)과 네비게이션을 적용하지 않은 비교군 19명(악성종양 13명, 양성종양 6명)으로 나누어 종양절제술 및 상악재건술을 시행하였다. 중재군에서는 평균 21.0개월(범위 6~36개월) 동안 감염, 판형 노출, 복시, 안구함몰등 일체의 합병증이 없는 것으로 보고하였고, 비교군의 경우는 합병증에 대한 언급이 없었다.

표 15. 합병증 발생 여부(non-RCT 3편)

연구	구분	중재군	비교군	p값	
Yu(2016)	합병증일체	발생없음	발생없음	_	
	그 스 기너	1/15	3/30	ND	
Zhang	국소감염 	항생제치료, 소독	항생제치료, 소독	NR	
(2016)			2/30		
	부정유합	_	인공삽입물 수술	NR	
Zhang	합병증일체	발생없음	언급없음	_	
(2015)					

NR. Not Reported

Zheng(2018)은 하악의 양성 종양 환자 14명을 대상으로 가상계획, CAD/CAM, 프로토타입 제작 및 수술 중 네비게이션으로 이어지는 컴퓨터 기반의 중재를 이용하여 종양절제술 및 피판재건술을 수행하였다. 약 3개월의 추적관찰기간 동안 심각한 합병증 발생은 없었으나, 전체 환자 중 2명에서 경미한 공여부위 통증이 발생하였고, 2명에서 외측 대퇴부 피부 상에서 감각결손이 보고되었으나, 이 중 1명은 점차로 회복되었다.

Li(2016)는 하악부 양성종양 환자 9명을 대상으로 종양절제술 및 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였고, 네비게이션을 보조적으로 사용하였다. 12개월의 추적관찰기간 동안 9명 전원에서 합병증이 발생하지 않은 것으로 보고하였다.

₩u(2016)는 하악을 침범한 양성종양 환자 8명을 대상으로 네비게이션을 이용하여 종양절제를 포함한 하악절제술 및 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였고, 해당수술은 문제없이 종료되었고, 심각한 합병증도 발생하지 않은 것으로 보고하였다. 그러나 수술 초기에 3명의 환자에서 개방교합이 확인되고 해당부위에 부종이 발생하여 2~4주간 탄력견인을 적용하였다.

Pellegrino(2015)는 상악부 악성종양 5명 환자를 대상으로 종양절제를 위한 상악절제술을 시행한 후 결손이 발생한 부위에 관골임플란트 삽입술을 수행하였다. 5명중 3명에 대하여 네비게이션을 적용한 것으로 나타났고, 결과는 분리되어 기술되지않았다. 5명을 대상으로 총 17건의 임플란트가 식립되었고, 임플란트 길이는 27.5~52.5mm이었다. 전체 대상자 중 1명에서 임플란트 실패를 보고하였고, 이는 중재 8개월 후 후속검사 중에 보형물 나사풀림이 감지되어 보형물을 교체하였다. 그 외 임플란트 주위염 또는 국소염증은 발생하지 않았다.

Yu(2013)는 두개상악부의 양성종양 환자 5명에 대하여 일괄종양절제술 및 결손부위의 재건술을 수행하였고, 중재는 문제없이 수행되었다. 12~35개월의 술후 관찰 기간 동안의 심각한 합병증 발생은 없었다.

11	16	하변증	박색	여부(증례연구 5편)
4	10.	100	20	VIIIQ511 JU/

연구	구분	발생여부	조치 및 예후	비고
Zheng(2018)	공여부위통증(경미)	14.3% (2/14)		*
21 let 1g(2010)	대퇴부 감각결손	14.3% (2/14)	1명은 점차 회복	*
Li(2016)	합병증일체	발생없음	발생없음	_
Wu(2016)	심각한 합병증	발생없음	-	
VVU(2010)	개방교합	37.5% (3/8)	2~4주 탄력견인 적용	
Della origa (M1E)	H 싫 모 기 시 표 리	000/ (1/5)	보형물 교체	
Pellegrino(2015)	보형물 나사풀림	20% (1/5)	이후 염증 미발생	
Yu(2013)	합병증일체	발생없음	-	

[※] 네비게이션 적용에 의한 합병증은 아님

2) 기타

Cantazaro(2017)의 상·하악, 관골 등이 포함된 두경부 종양 환자 16명을 대상의 종양절제술 연구에서 네비게이션을 적용한 중재군 8명 중 6명에서 수술 도중 문제가 발생한 것으로 보고하였다. 5례는 최초 기록이 불충분하여 최소 1회 이상 표면 등록절차를 다시 수행한 경우였으며, 다른 1례는 수술 중 동적 참조프레임의 이탈로 인한 네비게이션 중단이었다.

나. 유효성

유효성의 지표는 수술관련 요인으로 수술성공률, 수술정확성, 재발율 등을 살펴보고자 하였고, 그 외에도 수술소요시간 및 재원일수, 환자관련요인으로 환자만족도 또는 삶의 질 등의 지표를 검토하였다.

1) 수술성공률

종양 수술 환자를 대상으로 한 무탐침 정위기법의 수술성공률을 살펴본 연구는 nonRCT 7편과 단일군 연구 5편이었다. 수술성공률은 주로 종양의 안전절제 여부와 재건술 등의 후속 수술이 있는 경우의 피판성공률 등으로 정의하였고, 1편의 연구는 소위원회 제안에 따라 안전확보 여부를 지표로 하여 결과를 살펴보았다.

Ricotta(2018)는 상악부를 포함한 중간안면부 악성종양환자 28명을 대상으로 3개 군으로 나누어 상악절제술, 종양절제술, 피판재건술을 수행하였다. 무탐침정위기법을 적용한 중재군은 2개 군으로 첫 번째 군은 네비게이션을 적용한 수술(중재1군), 두 번째 군은 3차원 용적계산과 함께 네비게이션을 적용한 수술(중재2군)이며, 비교군은 네비게이션의 사용없이 의사의 판단에 따른 수술을 수행하였다. 각 군별종양절제 개수는 중재1군, 중재2군, 비교군 각각 127개, 75개, 85개 였으며, 수술결과 종양을 절제한 후 절제연 양성(절제경계면에 조직병리학적으로 악성이 남아있는 경우) 비율을 비교하여 수술성공률을 확인하였다. 중재1군과 중재2군의 경우 각각 9%와 1%가 확인된 반면, 비교군은 16%가 확인되어 네비게이션을 적용한 경우의 정확한 종양절제를 확인하였다. 세부적으로는 표면에서 중재1,2군의 절제연 양성비율이 각각 4%와 0%로 비교군 7%보다 더 안전한 것으로 평가되었다. 골의 경우중재1군과 중재2군, 비교군이 각각 6%, 0%, 4%로 확인되었으며, 심부에서는 중재1.2군 모두 13%으로 비교군 25%보다 안전하게 절제되었음을 확인하였다.

<u>Cantazaro(2017)</u>의 연구에서는 상악, 하악, 관골 등의 부위를 포함한 두경부 종양 환자를 16명을 대상으로 종양절제술을 시행하되, 무탐침정위기법을 적용한 중재

군과 적용하지 않은 비교군을 각각 8명으로 나누어 분석하였다. 조직학적으로 종양을 분석한 후 절제경계에서 종양까지의 평균 거리를 계산한 결과, 중재군에서는 평균 1.14cm, 비교군에서는 평균 0.88cm으로 중재군에서 더 큰 마진을 얻을 수 있었다. 이 때 중재군 8명 중 1명에서, 그리고 비교군 8명 중 2명에서 절제경계를 정하지 못하여 병리학자에 재사정을 요청하였다. 비교군의 다른 2명의 경우, 외과적검체 수집을 위해 외과의사의 도움을 요청한 것으로 보고하였다.

Taristano(2017)는 상악으로 전이된 악성종양 환자로 종양절제술을 수행하는 20명을 대상으로 네비게이션을 적용한 중재군(10명)과 적용하지 않은 비교군(10명)의 결과를 비교하였다. 중재군과 비교군에서 각각 127개와 85개의 마진을 확인하였고, 절제연의 양성 여부를 확인한 결과, 중재군의 마진 중 9%, 비교군의 마진 중 16%가 양성으로 나타나 중재군에서 안전한 절제가 이루어졌음을 확인하였다(p=.0047). 세부적으로는 표면과 골 마진의 경우, 군간 유의한 차이가 없었으며, 심부 마진의 경우 중재군이 13%, 비교군이 25%로 나타나 네비게이션을 사용한 경우의 수술성공률이 높음을 보고하였다. 중재군에서는 모든 절제 마진이 올바르게 정의되어 병리학적인 재사정이 불필요하였으나, 비교군의 경우 마진의 21%가 해부학적으로 정의되지 않았다.

Yu(2016)는 하악의 양성종양 환자 29명을 대상으로 하악절제술 및 재건술을 수행하였다. 이 중 12명은 컴퓨터 설계시스템(computer-aided design, CAD)과 네비게이션을 함께 적용하였고(중재군), 나머지 7명은 CAD만 적용(비교1군), 10명은 보조기법 없이 수술을 시행(비교2군)하였다. 종양절제를 포함한 하악절제술 후 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행한 결과, 6개월의 추적관찰기간 동안 29명의 **피판생존율**을 100%인 것으로 보고되었다.

Zhang(2016)은 하악종양 환자 45명(중재군 30명은 전원 양성, 비교군은 양성 26명, 악성 4명 포함)을 대상으로 하악절제술(종양절제술 포함) 및 유리혈관장골능 피판을 이용한 하악재건술을 수행하였다. 네비게이션을 적용한 중재군(15명)과 적용하지 않은 비교군(30명)에 대하여 최소 6개월 이상 추적관찰한 결과, 전체 대상자의 피판생존율은 95.6% (43/45명)이었으며, 중재군과 비교군 각각 1명에 대하여추가적 중재가 행해졌다. 중재군 1명에 대해서는 이차적 수술을 시행하였고, 비교군 1명에 대해서는 피판을 제거하고 재건판은 미용목적으로 남긴 것으로 보고하였다.

Guo(2015)의 연구에서는 측두하와의 악성종양 환자 49명에 대하여 네비게이션을 적용한 중재군(11명), 비적용한 비교군(31명)을 나누어 종양절제술을 수행하여수술 중, 그리고 수술 후 평균 12.5개월의 추적관찰을 통하여 발생한 합병증 관련사항을 보고하였다. 이는 소위원회의 제안에 따라 안전성 영역의 '합병증 발생'이

아닌 네비게이션 적용 여부에 따른 '안전확보'의 관점에서의 수술성공률의 지표로서 분석하고자 한다. 수술 중 출혈량은 중재군에서 536.6ml, 비교군 503.87ml로 군간 유의한 차이가 없었으며(p=.814), 수술 후 추적관찰기간동안의 합병증 발생률은 중재군 27.2% (3/11건), 비교군이 41.9% (13/31건)로 중재군에서 다소 적게 발생하였으나 통계적으로 거의 유사한 수준이었다(p=.485). 구체적 발생내역으로는 중재군에서 착수액 누출, 안면마비, 설하신경손상이 각 1건이 보고되었고, 비교군에서는 시력감소 1건, 피하기종 1건, 안면마비 3건, 중이염 1건, 상처감염 1건, 폐렴 1건, 개구제한 1건, 티타늄 판형 부러짐 1건, 타액루 1건, 상부위장관출혈 1건 등 심각도가 높은 합병증은 비교군에서 더 많이 발생한 것으로 나타났다.

Zhang(2015)은 상악종양 환자 27명을 네비게이션을 적용한 중재군 8명과 네비게이션을 적용하지 않은 비교군 19명으로 구분하여 종양절제술 및 유리비골피판을 이용한 상악재건술을 시행하였다. 두 군 모두에서 약 6개월의 추적관찰기간 동안 피판생존율은 100%이었다.

표 17. 수술성공률-절제연 안전여부 평가 (non-RCT 3편)

연구	정의	구분	중지	대군	비교군	p값
Ricotta (2018) ¹⁾	절제연 양성 비율	전체 표면(49%) 골(15%) 심부(36%)	중재1군 (RPR) (127개) 9% 4% 6% 13%	중재2군 (VR) (75개) 1% 0% 0% 13%	비교군 (85개) 16% 7% 4% 25%	NR NR NR NR
Cantazaro (2017)	절제경계와 종양 거리	⊟ (3070)	- 1378 평균 ⁻		ව 0.88cm	NR
	-1-4-1-11	전체	중재군 9 1	(127개) %	비교군 (85개) 16%	.0047
Taristano (2017) ²⁾	절제연 양성 비율	표면(68%)	_	%	7%	.192
		골(12%) 심부(20%)	_	?% !%	4% 25%	.23 .0038

※ 1)과 2)는 같은 기관 소속의 같은 연구자그룹임. 동일 데이터일 가능성 있음 NR. Not Reported

표 18. 수술성공률-피판생존율 (non-RCT 3편)

연구	f/u	중재군	н[<u>]</u>	고군	비고	
Yu(2016)	6개월 (CAD+navi)12명 100%		(CAD)7명 100%	(manual)10명 100%	유리비골피판	
Zhang(2016)	6711.91	93.3% (14/15)		96.7% (29/30)		
Zhang(2016)	6개월	→ 이차적 수술	→ 피판제거		피판	
Zhang(2015) 6개월		100% (8/8)	100%	유리비골피판		

연구	구분	중재군	비교군	p값
	전체	27.2% (3/11)	41.9% (13/31)	.485
			시력감소(1)*, 피하기종(1),	
	상세	원소에 드초(4)	안면마비(3) [*] , 중이염(1) [*] ,	
Guo		척수액 누출(1), 안면마비(1)*,	상처감염(1), 폐렴(1)*, 개구제한(1),	
(2015)			타액루(1),	_
		설하신경손상(1)	티타늄 판형 부러짐(1),	
			상부위장관출혈(1)	

표 19. 수술성공률-안전확보 여부(non-RCT 1편)

Zheng(2018)은 하악의 양성 종양 환자 14명을 대상으로 컴퓨터 기반 중재(가상 계획, CAD/CAM, 프로토타입 제작 및 수술 중 네비게이션)를 이용하여 종양절제술 및 혈관장골능 피판재건술을 수행하였다. **피판생존율**은 92.9%(13/14명)으로, 실패한 1명의 경우 유리장골능 골이식을 이차적으로 수행하였다.

Li(2016)는 하악부 양성종양 환자 9명을 대상으로 네비게이션 하 종양절제술 및 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였다. 모든 중재는 문제없이 수월하게 수행되었으며, 약 12개월의 추적관찰 기간동안 **피판생존율**은 100%이었다.

Chien(2012)은 하악의 악성종양(하부 치은부위) 환자 10명에 대해 종양절제를 포함한 하악절제술 및 피판이식을 통한 재건술을 수행하였다. 모든 대상자의 절제연 평가에서 골 마진을은 조직학적으로 음성인 것으로 나타났고, 탈회 후 골 마진에서 종양까지의 거리는 최소 $2cm(범위 2\sim2.9cm)$ 이었다. 재원기간 동안의 피판생존율은 100%이었다.

Heiland(2004)는 상악의 양성종양(1건), 상악동(3건)과 익돌하악(1건)의 악성종양을 포함한 10명의 상악안면부 종양환자를 대상으로 종양의 절제, 적출 등을 수행하는 데 네비게이션을 활용하였다. 종양, 특히 재발의 경우, 수술 중 네비게이션은 방사선학적으로 의심되는 조직을 정확하게 식별하고, 오류가 없는 생검 또는 충분한 안전마진을 남길 수 있도록 한다는 사례를 보고하였다. 의심 조직을 정확하게 식별하는 데 도움이 되어 오류 없는 생체검사 또는 충분한 안전마진을 허용한다고 기술하였다.

Sharamm(2000)은 상악 3건을 포함한 총 14명의 두개상악안면부 종양 환자를 대상으로 근치적 종양 절제술 및 재건술을 수행하였고, 수술 전 계획, 수술 중 네비게이션, 수술 후 관리로 이어지는 컴퓨터 보조 치료를 수행하였다. 수술 계획을 통해 윤곽화한 안전마진은 종양절제 시 정확하게 제어되었음을 보고하였다.

^{*} 심각도가 높은 합병증

연구	대상자 수	f/u	절제연 평가	피판생존율	비고
Zheng(2018)	14	3개월	-	92.9%(13/14) → 이차적 골이식	혈관장골능 피판
Li(2016)	9	12개월	_	100%	유리비골피판
Chien(2012)	10	재원 기간	골마진 모두 음성, 골마진과 종양거리 최소 2cm	100%	
Heiland(2004)	10	NR	충분한 안전마진 확보	NR	
Sharamm(2000)	14	NR	충분한 안전마진 확보	NR	

표 20. 수술성공률-절제연 안전여부 평가 및 피판생존율 (증례연구 5편)

NR, Not Reported

2) 수술정확성

수술정확성은 총 11편의 연구(non-RCT 5편, 단일군 연구 6편)에서 다루고 있으며, 대부분의 연구에서 이상적 치료목표에 도달한 수술 결과의 영상촬영을 통한 위치변화 등을 비교하여 측정하였다. 일부 문헌에서는 네비게이션 적용 군의 등록오차를 제시하였다.

Ricotta(2018)는 중간안면부 악성종양 환자 28명을 3개 군으로 나누어 상악절제 술(종양절제술), 피판재건술을 수행하였다. 무탐침정위기법을 적용한 중재군으로는 네비게이션 단독 적용한 중재1군과 3차원 용적계산 및 네비게이션을 함께 적용한 중재2군으로 구분하였고, 비교군은 의사 재량에 의한 수술을 시행하였다. 이 중 중재2군의 경우에서 수술 전 계획한 용적과 수술 후 실제 용적 상의 평균 차이는 1.05±1.13mm인 것으로 보고하였다.

Taristano(2017)는 상악의 악성종양 환자 20명을 네비게이션을 적용여부에 따라 10명씩 2개 군으로 나누어 종양절제술을 수행하였다. 네비게이션을 적용하는 경우, 실제 수술을 수행받은 환자에서 달성된 명확한 마진을 수술 전 계획과 비교하여 수술 전 계획의 정확성을 평가하였고, 이 경우 계획된 모든 절제마진의 91%가 5mm 미만의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

Yu(2016)는 하악의 양성종양 환자 29명을 대상으로 하악절제술(종양절제술 포함) 및 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였다. 이 중 12명은 컴퓨터 설계시스템(computer-aided design, CAD)과 네비게이션을 함께 적용하였고(중재군), 나머지 7명은 CAD만 적용(비교1군), 10명은 보조기법 없이 수술을 시행(비교2군)하였다. 수술정확성은 3차원 좌표를 생성하여 이상적인 위치를 설정하고, 재건술까

지 완료된 실제 해부학적 위치 사이의 거리로 정의하였으며, 중재군은 비교1군에 비하여 통계적으로 유의한 수준의 정확성을 보고하였다.

Zhang(2016)은 하악종양 환자 45명(중재군 30명은 전원 양성, 비교군은 양성 26명, 악성 4명)을 대상으로 하악절제술(종양절제술 포함) 및 유리혈관장골능피판을 이용한 하악재건술을 수행하였다. 네비게이션을 적용한 15명(중재군)과 적용하지 않은 30명(비교군)에 대하여 상악부와 하악의 손상되지 않은 부위를 서로 일치시킨 후, 재건된 부위와의 차이를 평가하였다. 과두위치와 재건된 하악 아래 경계의 윤곽 간의 차이를 계산하여 수술정확성을 평가한 결과, 최초 결손 범위는 두 군이유사한 수준이었으나, 중재군이 비교군보다 더 양호한 과두 위치와 하악의 윤곽을 나타냄을 보고하였다. 그리고 중재군의 경우에는 수술 전 가상 계획된 이미지와 수술 후 영상을 비교한 결과, 전후 절골선의 평균 이동은 각각 0.70±0.16mm와 1.47±0.37mm이었고 과두의 평균 이동은 1.45±0.50mm, 하부경계 윤곽의 차이는 평균 1.92±0.34mm이었다. 이 차이는 무탐침정위기법을 이용한 절차의 만족스럽고 신뢰할만한 결과인 것으로 기술하였다.

 Zhang(2015)
 상악종양
 환자
 27명을
 대상으로
 네비게이션을
 적용한
 중재군
 8명(악성종양
 2명(악성종양
 13명, 양성종양
 6명)과
 비적용한
 비교군
 19명(악성종양
 13명, 양성종양
 6명)으로
 나누어
 종양절제술
 및 유리비골피판을
 이용한
 상악재건술을
 시행하였다.

 수술
 후
 6개월
 시점에서
 촬영한
 3차원
 영상에서
 비골피판의
 해부학적
 위치를
 측정

 하여
 두
 군을
 비교하였고,
 중재군의
 경우에
 비교군보다
 이상적
 위치에
 도달하는
 정

 확도가
 더
 높은
 것으로
 나타났다.
 특히
 중재군에서
 수술
 전 가상
 계획과
 실제
 수술

 후
 상태
 사이의
 일치를
 직접
 시각화한
 오류등급
 맵핑상
 재건된
 비골피판은
 8명
 대

 상자
 전원에서
 5mm
 미만의
 오차를
 보여
 수용할
 만한
 수준인
 것으로
 보고하였다.

표 21. 수술정확성(non-RCT 5편)

연구	구분	중재군	미그	고군	p값
Ricotta	계획과 수행	(용적계산+ navi)			-
(2018)	용적차이(mm)	1.05±1.13	_ _		
Taristano (2017)	계획과 수행 차이(mm)	91%가 5mm 미만	-	-	
		중재군	비교1군	비교2군	.001 1)
		(navi)	(manual)	(CAD)	.590 ²⁾
Yu	과두 위치변화(mm)	9.3±2.6	17.4±3.1	10.3±3.9	.004 ³⁾
(2016)	하악각점 위치변화(mm)	7.3±2.5	12.8±3.8	12.5±3.8	<.001 ¹⁾ .003 ²⁾ .816 ³⁾

연구	구분	중재군	비고	고군	p값
	각도 변화(°)	2.6±1.4	8.7±4.3	3.1±2.0	<.001 ¹⁾ .707 ²⁾ .001 ³⁾
	과두 위치변화(mm)	2.0±0.6	2.5=	±0.6	.026
	하악아래경계 위치변화(mm)	3.7±1.0	5.1:	±0.9	<.01
Zhang (2016)	계획과 수행의 차이(mm)	전 절골선 0.70±0.16 후 절골선 1.47±0.37 과두평균이동 1.45±0.50 하부경계	-		-
		윤곽차이1.92±0.34			
	비골피판의 수직이동(mm)	2.82±1,22	6.13±3.12		.013
Zhang	5mm를 넘는 비골피판의 수평이동	25% (2/8)	73.6% (14/19)		.019
(2015)	비골 후면말단의 과신전	12.5% (1/8)	52.6% (10/19)		.041
	계획과 수행의 차이(mm)	전원에서 5mm미만	-		_

¹⁾ 중재군 vs 비교1군, 2) 중재군 vs 비교2군, 3) 비교군간

Zheng(2018)은 하악 양성 종양 환자 14명을 대상으로 컴퓨터 기반의 중재(가상계획, CAD/CAM, 프로토타입 제작 및 수술 중 네비게이션)을 이용하여 종양절제술 및 피판재 건술을 수행하였다. 이동위치의 계획과 실제 수술결과 차이를 측정하였을 때, 전후 차이는 1.8±1.0mm, 과두는 2.2±1.1mm, 하악각은 2.6±1.6mm의 차이가 확인되었다.

Li(2016)는 하악부 양성종양 환자 9명을 대상으로 네비게이션 유도 하 종양절제 술 및 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였고, 피판의 수술 전 계획과 실 제 수행에 있어 최대평균 선형 오차는 3.4±1.3mm인 것으로 보고하였다.

Shan(2016)의 연구에서는 하악절제술 및 비골피판을 이용한 재건술이 필요한 환자 20명을 대상으로 네비게이션 유도 하 중재를 시행하였다. 환자는 세부적으로 하악결손 5명, 양성종양 10명, 악성종양 5명이 포함되었다. 수술 전 계획과 수술 후영상을 비교하였을 때 재현 상의 일치도는 1mm 기준으로 79.1±8.6%, 2mm기준으로 87.1±6.7%, 3mm 기준으로 91.9±5.4%로 보고되었다.

₩u(2016)는 하악의 양성종양 환자 8명을 대상으로 네비게이션을 이용한 종양절 제를 포함한 하악절제술 및 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였다. 재건된 하악의 이상적 위치는 건측과의 미러링을 통하여 결정되었으며, 수술 전 계획과수술 후 차이는 하악각에서 1.92±0.97mm이었다. 모든 환자의 과두는 관절와에 잘 맞추어졌으며, 분지의 높이도 거의 동일하였다. 네비게이션 시스템의 등록오차는 0.73±0.14mm인 것으로 보고하였다.

Yu(2013)는 두개상악부 양성종양 환자 5명을 대상으로 일괄종양절제술 및 결손 부위 재건술을 수행하였다. 수술 후 재건된 부위의 윤곽은 수술 전 영상촬영 및 계 획과 비교하였을 때 양호하게 매칭된 것으로 보고하였으며, 수술 전 디자인과 실제 결과의 최대 변이는 1.87±0.45mm이었다. 네비게이션 시스템의 등록오차는 1mm이 하였다.

Sharamm(2000)은 총 14명의 두개상악안면부 종양 환자(상악 3건 포함)를 대상으로 네비게이션을 이용하여 근치적 종양 절제술 및 관골임플란트를 이용한 재건술을 수행하였다. 이 중 상악 종양절제 후 결손이 발생한 3명에 대하여 5건의 관골임플란트를 이용한 재건술이 수행되었으며, 이는 사전 계획한 위치에 잘 적용되었다고보고하였다.

연구	구분		변화정도	비고
		전후	1.8±1.0	
Zheng(2018)	계획과 수행의 차이(mm)	과두	2.2±1.1	_
		하악각	2.6±1.6	
Li(2016)	계획과 수행의 차이(mm)	최대선형오차	3.4±1.3	_
		1mm	79.1±8.6	
Shan(2016)	계획과 수행의 일치정도(%)	2mm	87.1±6.7	
		3mm	91.9±5.4	
Wu(2016)	하악각 위치변화(r	mm)	1.92±0.97	_
Yu(2013)	재건부위의 윤곽 최대	차이(mm)	1.87±0.45	-
Sharamm(2000)	사전 계획된 위치에 재건			
Sharan111(2000)	위치하였음을 보	_	_	

표 22. 수술정확성(증례연구 6편)

3) 종양 재발율

총 6편의 연구(non-RCT 4편, 단일군 연구 2편)에서 종양 재발율을 평가하였고, 재발에 따른 사망의 발생 및 관련 생존율에 대한 내용도 함께 정리하였다.

Taristano(2017)는 상악 악성종양 환자 20명에 대하여 종양절제술을 수행하였고, 네비게이션을 적용한 중재군(10명), 비적용한 비교군(10명)에서 평균 16개월(범위 6~29개월)의 추적관찰기간 동안의 재발여부를 확인하였다. 그 결과 중재군의

10%(1/10명), 비교군의 30%(3/10명)에서 국소적인 재발이 확인되었고, 4건 모두 심각한 수준의 재발이었으며, 중재군의 경우 수술 중 종양맵핑상 '중요마진(critical margin)'에서 발생한 것으로 나타났다.

Zhang(2016)은 하악종양 환자 45명을 대상으로 종양절제를 포함한 하악절제술 및 하악재건술을 수행하였고, 네비게이션을 적용한 중재군(15명, 전원 양성종양 환자)과 적용하지 않은 비교군(양성종양 26명 및 악성종양 4명)을 최소 6개월 이상 추적관찰하였고, 전 건에서 종양재발은 발생하지 않았다.

Guo(2015)의 연구에서는 측두하와 악성종양 환자 49명에 대하여 네비게이션을 적용한 중재군(11명), 비적용한 비교군(31명)을 나누어 종양절제술을 수행하여 그결과를 비교하였다. 중재군에서는 완전 종양절제가 4건, 불완전 종양절제가 7건 수행되었으며, 평균 10개월(범위 4~24개월)의 추적관찰기간 동안 63.6% (7/11건)의 재발율이 보고되었다. 이 경우 완전 종양절제한 경우의 재발사례는 없었다. 비교군에서는 완전 종양절제 24건, 불완전 종양절제 7건이 수행되었고, 평균 13개월(범위 4~36개월)의 기간 동안의 전체 재발율은 41.9% (13/31건)이었다. 완전 종양절제한 대상자 중 재발율은 33.3% (8/24건)인 것으로 나타났다. 이에 따른 두 군의 3년 생존율은 각각 71.6%, 52.9%로 나타났으나, 군간 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다(p=.936).

Zhang(2015)은 상악종양 환자 27명을 네비게이션을 적용한 중재군 8명(악성종양 2명, 양성종양 6명)과 비적용한 비교군 19명(악성종양 13명, 양성종양 6명)으로 나누어 종양절제술 및 상악재건술을 시행하였다. 약 6개월 간의 추적관찰기간 동안 중재군에서는 재발이 없었고, 비교군에서는 2명이 재발한 것으로 나타났다. 비교군에서 종양이 재발된 2명 중 1명은 골육종으로 사망하였다.

<u>Yu(2013)</u>의 연구에서는 두개상악부 양성종양 환자 5명에 일괄종양절제술 및 결 손부위 재건술을 수행하였다. 전 건에서 종양 재발은 발생하지 않았다.

Chien(2012)은 하부 치은부위(하악) 악성종양 환자 10명에 대해 종양절제를 포함한 하악절제술 및 피판이식을 통한 재건술을 수행하였다. 수술 후 6개월이 경과한 시점에서 1명의 환자에서 국소적 재발 및 폐 전이가 발생하여 보조화학요법을 수행하였으나 사망하였다. 이 결과 수술 후 1년 시점에서는 9명이 생존한 것으로보고하였다.

표 23. 종양 재발율 (non-RCT 4편)

연구	f/u	중재군	비교군	비고
Taristano(2017)	16개월	10% (1/10)	30% (3/10)	p=NR

연구	f/u	중재군	비교군	비고
Zhang(2016)	6개월	0% (0/15)	0% (0/30)	p=NR
	중재군 10개월	63.6% (7/11)	41.9% (13/31)	
Guo(2015)		완전종양절제군	완전종양절제군	p=NR
	비교군 13개월	0%	33.3% (8/24건)	
Zhang(2016)	6개월	0% (0/8)	10.5% (2/19)	비교군(1명) 사망

NR, Not Reported

표 24. 종양 재발율 (증례연구 2편)

연구	대상지수	f/u	재발율	비고
Yu(2013)	5	NR	0%	
Chien(2012)	10	6개월	10%	사망

NR, Not Reported

4) 수술소요시간

Ricotta(2018)는 상악 부위 등의 악성종양 환자 28명에 상악절제술, 종양절제술, 피판재건술을 수행하였다. 해당 수술에 네비게이션을 적용한 수술(중재1군), 3차원용적계산과 함께 네비게이션을 적용한 수술(중재2군), 네비게이션의 사용없이 수술을 시행(비교군)한 내용을 비교하였다. 수술 전 계획 및 네비게이션 유도 준비 시간등에서 중재1군에서 25분, 중재2군에서 55분이 비교군에 비해 추가로 소요되는 것으로 나타났으며, 중재2군의 경우는 종양의 부피분할 등의 디지털 변환 절차에서 중재1군에 비해 더 긴 시간이 요구된 것으로 분석하였다. 네비게이션 적용 전 환자와 3D 가상모델 간 수술 전 등록에 소요되는 시간은 평균 15분이었다.

Cantazaro(2017)의 연구에서는 상악, 하악, 관골 등이 포함된 두경부 종양 환자를 16명을 대상으로 네비게이션을 적용한 종양절제술(중재군, 8명), 종양절제술 단독(비교군, 8명)의 절제소요시간을 비교하였다. 두 군간 절제시간은 중재군과 비교군 각각 3.9시간과 4.1시간으로 유사한 수준이었고, 중재군의 경우 등록에 소요되는 평균 시간은 4.2분(범위 2~10분)이었다.

Yu(2016)는 하악 양성종양 환자 29명을 대상으로 종양절제술 및 하악절제술(종양절제술 포함), 연이어 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였다. 대상자는 컴퓨터 설계시스템(computer-aided design, CAD)과 네비게이션을 함께 적용한 중재군(12명), CAD만 적용한 비교1군(7명), 컴퓨터 보조기법 없이 수술을 시행한 비교2군(10명) 총 3개 군으로 나누었으며, 평균 수술시간은 중재군과 비교1군간 차이를 제외하고, 통계적으로 유의한 차이가 없는 수준인 것으로 나타났다.

Guo(2015)는 측두하와의 악성종양 환자 49명에 대하여 종양절제술을 수행하였

고, 중재군(네비게이션 적용 11명)과 비교균(네비게이션 비적용 31명)을 구분하여 평균 수술시간을 확인하였다. 중재군의 수술소요시간은 283.64분, 비교군 252.10분으로 유의한 차이가 없었다(p=.393).

Li(2016)는 하악부 양성종양 환자 9명에 네비게이션 하 종양절제술 및 하악재건 술을 수행하였고, 네비게이션의 참조 및 등록에 소요되는 시간은 4.5분인 것으로 보고하였다.

연구	구분	평균준비	시간 (등록)	절제시간	전체소요	2시간
Disatta	중재1군	25분	45 H			
Ricotta (2019)	중재2군	55분	··· 15분			
(2018)	비교2군	-				
Cantazaro	중재군		4.2분	3.9시간		
(2017)	비교군			4.1시간		
\\\\.	중재군				365분	.048 1)
Yu (2016)	비교1군				402분	.183 2)
(2010)	비교2군				392분	.636 ³⁾
Guo	중재군				283.64분	.393
(2015)	비교군				252.10분	.393

표 25. 수술소요시간(non-RCT 4편, 증례연구 1편)

5) 환자만족도 또는 삶의 질

Li(2016)

Yu(2016)의 연구에서는 하악 양성종양 환자 29명을 대상으로 하악종양절제 및 하악재건술을 수행하였고, 중재군(CAD와 네비게이션 적용) 12명, 비교1군(CAD 적용) 7명, 비교2군(의사판단에 의한 수술) 10명의 결과를 보고하였다. 이 경우 3개군 모두에서 대상자는 심미적 만족감을 표현하였다.

4.5분

Zhang(2016)은 하악종양 환자 45명을 대상으로 하악종양절제 및 하악재건술을 수행하였고, 네비게이션을 적용한 중재군(15명)과 적용하지 않은 비교군(30명)의 만족도를 평가하였다. 심미적 만족감은 만족(8~10점), 보통(4~7점), 불만족(3점이하)로 나누어 응답하였고, 보통 이상으로 응답한 비율은 중재군의 100%, 비교군의 90%로 중재군의 만족도가 더 높은 것으로 나타났다(p=.028).

Zhang(2015)은 상악종양 환자 27명을 대상으로 네비게이션을 적용한 중재군 8명과 네비게이션을 적용하지 않은 비교군 19명으로 나누어 종양절제술 및 유리비골

¹⁾ 중재군 vs 비교1군, 2) 중재군 vs 비교2군, 3) 비교군간.

피판을 이용한 상악재건술을 시행하였다. 중재군에서는 전체 환자가 심미적 만족감을 표현하였다고 보고하였으나, 비교군에서는 관련 보고가 없었다.

Li(2016)의 연구에서는 하악부 양성종양 환자 9명에 네비게이션 하 종양절제술 및 하악재건술을 수행하였고, jahems 대상자는 6~12개월 간의 추적관찰 기간 동안심미적, 기능 회복에 만족감을 표현하였다.

₩u(2016)의 연구에서는 하악 양성종양 환자 8명을 대상으로 네비게이션을 이용한 종양절제를 포함한 하악절제술 및 유리비골피판을 이용한 하악재건술을 수행하였고, 모든 환자가 수술 후 심미적, 기능적 만족감을 표현하였다고 보고하였다.

Pellegrino(2015)는 상악부 악성종양 5명 환자를 대상으로 종양절제를 포함한 상 악절제술 및 결손이 발생한 부위에 관골임플란트 삽입술을 수행하였다. 5명 중 3명에 대하여 네비게이션을 적용하였으나, 결과는 분리되어 기술되지 않았다. 5명을 대상으로 구강 건강 관련 삶의 질(The Oral Health-Related Quality of Life Questionnaire, OHRQOL) 설문을 수행하였고, 이 설문은 높은 점수일수록 기능적능력이 낮음을 의미한다. 수술 전, 수술 후 2주 경과, 수술 후 6주 경과 시점에서 평균 점수는 각각 25.5, 19.4, 15.5로 만족도가 향상되고 있음을 보고하였다.

2.2. 형태이상

종양 이외의 적응증의 대부분은 부정교합, 측두하악관절증후군 등 형태이상 관련으로 심미적 회복이 치료의 중요 영역이라고 볼 수 있다.

가. 안전성

종양 이외의 타 적응증 중 형태이상과 관련한 주요 안전성 지표는 수술 중·후 합병증 발생여부를 다루었다.

1) 합병증

수술 관련 합병증은 non-RCT 1편과, 단일군 연구 11편에서 다루고 있었다.

Zhu(2018)는 수술 후 형태이상으로 하악각절제술을 받는 환자 93명을 대상으로 가상현실을 접목한 무탐침정위기법을 적용한 중재군(31명), 3D 프린팅 맞춤형 형판을 적용한 비교1군(28명)와 전통적 술기로 수행한 비교2군(34명)의 결과를 비교하였고, 전 건에서 출혈 및 기구 및 방법 상의 오류 등 일체의 합병증이 발생하지 않은 것으로 보고하였다.

<u>Du(2019)</u>는 상악비대와 하악기형으로 인한 심각한 개방부정교합 환자 12명을 대상

으로 네비게이션을 적용한 Le fort I 및 시상분리절골술을 수행하였다. 최소 18개월 간의 추적관찰 동안 합병증은 발생하지 않은 것으로 보고하였다.

Wang(2018)은 상악골 위축 환자 15명을 대상으로 네비게이션을 적용하여 관골임플란트 삽입술을 실시하였다. 수술 중과 수술 후 회복기간 동안 부종이나 감염, 해부학적 구조손상 등의 합병증은 일체 발생하지 않았다.

Hung(2016)은 상악의 심각한 비대 환자 10명에 40개의 관골임플란트삽입술을 시행하였고, 네비게이션으로 보조하도록 하였다. 수술 중의 합병증은 발생하지 않은 것으로 보고하였다.

Yu(2016)는 하악과두 골연골증, 부정교합으로 인한 안면 형태이상 환자 5명에 네비게이션을 이용한 절골술을 수행하였다. 수술 수행 후 12~30개월 간 보고된 합병증은 없었다.

Lin(2015)은 부정교합 환자 27명을 대상으로 컴퓨터를 이용 설계/제조 기법을 이용한 악교정수술을 수행하였으며, 이 중 16명에 네비게이션을 추가적으로 활용하였다. 수술 후 6개월까지 수술 관련 합병증은 발생하지 않은 것으로 보고하였다.

Wang(2015)은 섬유이형성증으로 인한 안면기형 환자 8명에 대하여 네비게이션을 이용한 상악안면윤곽술을 시행하였다. 수술 후 1~2년의 추적관찰기간 동안 합병증은 발생하지 않았다.

Gui(2014)는 측두하악관절 강직을 호소하는 6명의 대상자에 네비게이션을 이용한 관절성형술을 실시하고, 최소 6개월 이상 경과를 관찰하였다. 전체 환자에서 합병증은 발생하지 않았다.

Kaduk(2012)은 턱후퇴증 환자 17명을 대상으로 네비게이션을 이용한 골절제술을 수행하였고, 상처치유와 관련한 문제나 영구적 신경손상 등의 문제는 발생하지 않은 것으로 보고하였다. 수술 후 5일 째, 41% (7/17)의 환자에서 아래 입술의 감각이상이 보고되었고, 이 중 4주째까지 3명에서 해당 증상이 지속되었다. 수술 3개월 후까지 증상이 지속된 환자는 없었다. 19개월의 추적관찰기간 동안의 합병증 발생은 없었다.

Zhang(2012)은 중앙 안면부의 형태이상 환자 40명을 대상으로 네비게이션을 이용한 안면교정술을 수행하였다. 수술 직후에는 다수의 불편감을 호소하였고, 안면비대칭, 개구제한, 교합이상, 복시, 안와하 감각이상, 안구함몰, 골결손 등이 포함되었으나 수술 후 1~2년까지 추적관찰한 결과, 대부분의 환자에서 합병증 발생없이 기능적, 심미적 향상이 유의한 것으로 나타났다.

Hatasono(2010)은 중앙 안면부 결손 환자 27명을 대상으로 네비게이션을 이용한 재건술을 수행하였다. 모든 대상자는 수술 후 합병증이 발생하지 않은 것으로 나타났다.

Yu(2009)는 측두하악관절 강직 환자 4명에 대하여 네비게이션을 이용한 관절성형술을 수행하였고, 평균 10.75개월의 추적관찰기간 중의 합병증은 발생하지 않은 것으로 보고하였다.

표 26. 합병증 발생 여부(non-RCT 1편, 증례연구 11편)

연구	f/u	구분	중재군	비교군	비고
Zhu(2018)	NR	합병증일체	발생없음	발생없음	-
Du(2019)	18개월	합병증일체	발생없음	-	
Wang(2018)	회복기	합병증일체	발생없음	-	
Hung(2016)	수술 중	합병증일체	발생없음	_	
Yu(2016)	30개월	합병증일체	발생없음	-	
Lin(2015)	6개월	합병증일체	발생없음	-	
Wang(2015)	2년	합병증일체	발생없음	_	
Gui(2014)	6개월	합병증일체	발생없음	-	
	수술 5일차	아랫입술	41% (7/17)	-	
Kaduk(2012)	수술 4주차		18% (3/17)	-	3명 증상지속
Nauuk(2012)	수술 3개월차	감각이상	0%	_	모두 해결
	19개월	합병증일체	발생없음	_	
		안면비대칭	40.0% (16/40)	_	치유(11), 향상(5)
		개구제한	52.5% (21/40)	-	평균 35mm
		교합이상	62.5% (25/40)	_	치유(25)
	소스 지흥	복시	37.5% (15/40)	-	치유(11),향상(5)
Zhang(2012)	수술 직후	안와하	07.50/ (44/40)		-1 C (0) - L L (0)
		감각이상	27.5% (11/40)	_	치유(8), 향상(3)
		안구함몰	30.0% (12/40)	_	치유(10), 향상(2)
		골결손	20.0% (8/40)	=	치유(8)
	1~2개월	합병증일체	발생없음	_	
Hatasono(2010)	NR	합병증일체	발생없음	_	
Yu(2009)	10.75개월	합병증일체	발생없음	_	

NR, Not Reported

나. 유효성

유효성의 지표는 종양 이외의 타 적응증 영역에서도 수술관련 요인(수술성공률, 수술정확성, 재발율 등), 수술소요시간 및 재원일수, 환자관련요인(환자만족도 또는 삶의 질 등)을 살펴보았다.

1) 수술성공률

수술성공률은 6편의 증례연구에서 제각각의 정의대로 수술성공여부를 제시하였다.

Wang(2018)은 심각한 상악골 위축 환자 15명을 대상으로 네비게이션을 적용하여 평균 3.75~4.0mm 직경의 52개의 관골임플란트를 및 13개의 기준삽입물을 삽입하였다. 식립된 임플란트는 골유착이 잘 이루어졌고, 초기 회복기의 삽입물 생존율은 100%였다.

Gui(2014)는 측두하악관절 강직환자 6명을 대상으로 네비게이션을 이용한 관절 성형술을 수행하였다. 네비게이션 등록부터 수술 종료까지 모든 수술은 문제없이 수 행되었고, 수술 후 개구정도는 평균 35mm이상을 확보한 것으로 보고하였다.

Shim(2013)은 안면 형태이상 환자 10명을 대상으로 골절제술을 수행하였다. 10명의 환자 모두에서 네비게이션 시스템을 이용한 실시간 계측 및 모니터 상의 시각화를 통하여 안전하게 수술을 종료한 것으로 기술하였다.

Zhang(2012)은 외상에 의한 안면형태 이상 환자 40명에 대하여 네비게이션을 이용한 안면교정술을 시행하였다. 안면 형태이상 환자 10명을 대상으로 골절제술을 수행하였다. 10 명의 환자 모두에서 네비게이션 시스템을 이용한 실시간 계측 및모니터 상의 시각화를 통하여 안전하게 수술을 종료한 것으로 기술하였다.

Hatasono(2010)은 중앙 안면부 결손 환자 27명을 대상으로 네비게이션을 이용한 재건술을 성공적으로 수행하였다. 9명에서는 편측, 나머지 18명에서는 양측 모두 재건이 필요하였다. 모든 대상자는 재건술 후 언어병리학자의 사정 결과, 명료한 말하기가 가능하였고, 전원의 구강을 통한 식이도 가능하였다(일반식 19명, 유동식 8명).

Yu(2009)는 추락 및 교통사고 등에 의하여 측두하악관절 강직을 호소하는 환자 4명에 대하여 네비게이션을 이용한 관절성형술을 수행하였다. 수술 전의 개구정도는 평균 3.75±1.89mm이었으나 수술 후 10.75개월의 기간경과 후에는 33.5±3.11mm로 증가한 것으로 기능의 호전을 보고하였다.

2) 수술정확성

수술정확성은 총 18편의 연구(RCT 2편, non-RCT 1편, 단일군 연구 15편)에서 제시하였으며, 다수의 문헌에서 수술 전 촬영한 영상을 등록하여 계획된 치료적 수준과 수술 후에 실제 결과 간의 일치 정도를 측정하는 개념으로 수술 전후 길이 및 각도 등의 해부학적인 위치변화를 측정하여 보고하였다.

Berger(2018)는 하악관절의 부정교합 환자 10명을 대상으로 악교정수술(고경사시상분 리절골술(high oblique sagittal split osteotomy, HSSO) 및 하악재치환술)을 수행하였다. 중재군과 비교군으로 무작위 배정하였고, 전자기장 네비게이션을 적용한 중재군의 1명에서는 의사의 실수로 인한 기준센서의 헐거워짐이 발생하여 분석에서는 제외하였다. 나머지 4명을 대상으로 양측 총 8건의 무탐침정위기법을 이용한 중재가 이루어졌다. 비교군에 속한 5명에 대해서는 네비게이션의 적용이 없이 양측 총 10건의 일반적인 중재가 이루어졌다. 3D cone-beam CT를 이용한 수술 전과 후 영상을 촬영하여 등록마커를 중첩시켜 morphing 결과에 준한 수술정확성(관절융기의 위치변화)을 측정하였고, 이

는 양 군이 동등한 수준인 것으로 나타났다(p).05). 그러나 x축, y축, z축을 구분하여 비교하였을 때는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(각 축 각각 p<.01, p=.05, p<.02).

Berger(2017)는 상악골의 후퇴 및 상악관절의 부정교합 환자 12명을 대상으로 악교정수술(Le fort I 절골술 및 상악재치환술)을 수행하였다. 무작위로 중재군과비교군을 각 6명씩 배정하여 중재군은 전자기장 네비게이션을 적용한 수술을 수행하고, 비교군에서는 무탐침정위기법을 사용하지 않고 수술을 시행하였다. 중재군 중1명은 수술 후 영상촬영을 거부하여 결과분석에서 제외하였다. 3D cone-beam CT를 이용한 수술 전후 영상을 촬영하여 5개의 해부학적 위치에 대한 등록마커를 중첩시켜 계획된 결과에 준한 수술정확성(절단마커의 벡터거리)을 측정하였고, 이는양 군이 동등한 수준인 것으로 나타났다(p〉.05). 그러나 x축, y축, z축을 구분하여비교하였을 때 y축의 경우, 중재군에서 계획과의 불일치가 비교군보다 통계적으로 유의한 수준으로 더 큰 것으로 나타났다(각 축 각각 p〉.03, p〈.01, p〉.11).

Zhu(2018)는 수술 후 하악각비대 등의 형태이상 환자 93명을 대상으로 가상현실을 접목한 무탐침정위기법을 적용하여 하악각절제술을 수행한 중재군 31명과 네비게이션을 적용하지 않은 비교군을 구분하여 결과를 비교하였다. 비교군은 다시 3D 프린트를 이용한 맞춤형 형판을 적용하여 하악각절제술을 수행한 경우(비교1군, 28명)와 외과의사의 자유재량에 따른 하악각절제술을 수행한 경우(비교2군, 34명)으로 구분하였다. 중재군의 수술 전 계획과 실제 하악각절제 정도를 비교한 결과, 절 골선의 거리 차이는 중재군이 1.18±0.34mm(범위 0.7~1.6mm)로 비교1군의 0.96±0.42mm(범위 0.5~1.3mm)와는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p〉.05). 그러나 중재군과 비교1군에 비하여 비교2군은 3.64±0.77mm(범위 2.7~5.1mm)으로 통계적으로 유의한 불일치가 확인되었다(p〈.01).

표 27. 수술정확성(RCT 2편, non-RCT 1편)

연구	구분		중재군	미그	고군	p값
		전체	−0.66±2.46	-0.39	±2.06	>.05
Berger	T값	x축	0.27±1.21	-1.80	±1.52	<.01
(2018)	(mm)	y축	0.01±2.95	0.08	±1.70	=.05
		z축	-2.27±1.81	0.56±2.00		<.02
		전체	0.7±1.5	0.5=	±1.6	>.1
Berger	T값	x축	0.4±0.8	0.4	±1.8	>.3
(2017)	(mm)	y축	2.2±0.6	0.4=	±1.0	<.01
		z축	−0.4±1.5	0.6±1.7		>.11
Zhu	전후 7	절골선	중재군	비교1군 비교2군		크리기스
(2018)	차이	(mm)	1.18	0.96	3.64	*하단기술

^{*} 중재군 vs 비교1군 p=NS

중재군과 비교1군 vs 비교2군 p<.01

Du(2019)는 상악비대와 하악기형으로 인한 부정교합 환자 12명에 네비게이션을 적용한 Le fort I 및 시상분리절골술을 수행하였다. 동 중재의 정확성은 모든 상악과 하악 골분절의 수술 전 계획과 실제 수술결과 간의 편차는 컬러 맵핑 분석을 통해 평가하였으며, 2mm 미만의 차이를 임계치로 두고 편차의 빈도를 측정하였다. 이 정의에 의하여 정확도는 9명의 환자의 모든 골 분절에서 95% 이상인 것으로 나타났다.

Wang(2018)은 심각한 상악골 위축 환자 15명에 네비게이션을 적용한 관골임플 란트 삽입술을 수행하였다. 방사선학적 골-임플란트 접촉 영역(the radiologic bone-to- implant contact, rBIC) 을 평가한 결과, 전체 관골임플란트의 rBIC 면적은 평균 14.5±4.6mm(범위 4.1~24.7mm)이었다.

Badiali(2017)은 하악의 저형성으로 인하여 하악견인골생성이 필요한 소아환자 7명을 대상으로 네비게이션을 적용한 총 11건의 하악견인술을 시행하였다. 거리와 각도 상에서 계획과 실제 견인기의 기점간의 차이는 평균 각도의 오차가 축 방향축에서 평균 3.74±3.30°, 시상 축에서 6.27±5.32°인 것으로 나타났고, 평균 거리의 차이는 견인기 말단 하부에서 3.78±2.38mm, 상단에서 3.98±3.07mm로 나타났다. 목표등록오차는 치최소 0.5mm 미만을 기준으로 할 때, 동 연구는 0.1~0.5mm로 수용가능한 수준인 것으로 보고하였다.

Hung(2016)은 상악비대 환자 10명에 네비게이션을 이용한 관골임플란트삽입술을 시행하였고, 식립된 임플란트는 총 40개였다. 네비게이션으로 보조하도록 하였다. 수술 중의 합병증은 발생하지 않은 것으로 보고하였다. 수술 전 계획과 실제 수행 결과의 차이로 평가한 수술정확성은 입구 지점 기준으로 1.35±0.75mm, 출구지점 기준으로 2.15±0.95mm, 각도는 2.05±1.02°로 보고하였다.

Yu(2016)는 하악과두 골연골증, 부정교합 등 안면 형태이상 환자 5명을 대상으로 네비게이션 유도하 절골술을 수행하였다. 수술 전 계획과 실제 수행 결과 비교시 양호한 매칭결과를 얻은 것으로 기술하였다.

Chang(2015)은 상하악의 구순구개열로 인한 부정교합 환자 20명을 대상으로 네비게이션을 이용한 악교정수술을 시행하였다. 수술 전 계획과 실제 수행 결과의 차이는 프랑크포트수평면에서 1.39±1.11mm(p=0.20), 정중시상면에서 0.96±0.60mm(p=0.96), 관상면에서 2.12±1.82mm(p=0.54)이었고, 세 개 기준에 대한 피어슨 상관계수는 각각 0.99, 0.99, 0.97로 높은 상관성을 갖는 것으로 보고하였다. 목표등록오차는 경조직을 기준으로 할 때, 1.07±0.18mm였다.

Lin(2015)은 부정교합 환자 27명을 대상으로 컴퓨터를 이용 설계/제조 기법을 통해 악교정수술을 수행하였고, 이 중 16명에 네비게이션을 이용하였다. 참조평면에

서 **수술 전 계획과 실제 수행 결과 비교에서** 평균 1.20mm(범위 0.07~3.20mm)의 차이가 있었고, 상관계수는 0.98로 높은 것으로 보고하였다.

Wang(2015)은 섬유이형성증으로 인한 안면기형 환자 8명(상악 6명, 하악 2명)에 대하여 네비게이션을 이용한 상악안면윤곽술을 시행하였다. 수술 전 계획과 실제수행 결과의 일치도는 높은 것으로 기술하였다.

Gui(2014)는 측두하악관절 강직환자 6명을 대상으로 네비게이션 하 관절성형술을 수행하였고, 가상 계획에 중첩 된 수술 후 CT 영상은 0.8mm 이하인 것으로 보고되어 높은 일치도를 보고하였다.

Li(2014)는 상하악의 형태이상 환자 5명에 네비게이션을 이용한 악교정수술을 실시하였다. 수술 전 계획과 실제 수술 시행 후 결과를 비교하였을 때 축 별 차이는 축방향 0.56~0.94mm, 수평면 0.72~1.12mm, 수직면 0.39~0.58mm이었다. 어느 방향이든 설계와 실제의 차이는 통계적으로 유의한 수준은 아닌 것으로 보고하였다 (p>.005)

<u>Sun(2014)</u>은 안면 형태이상 환자 17명을 대상으로 네비게이션을 이용한 악교정수술을 시행하였다. 상악의 **수술 전 계획과 실제 수행 결과를 비교하였을 때,** 시상 면에서는 0.44 ± 0.35 mm(p=.82), 수직면에서는 $0.50\pm.35$ mm(p=.85), 중앙외측면은 0.56 ± 0.36 mm(p=.81)인 것으로 보고하였다.

Kaduk(2012)은 턱후퇴증 환자 17명에 대하여 네비게이션을 이용한 내시경 하 골절제술을 수행하였으며, **전체 하악의 위치변화**는 7.48±2.10mm(범위 3.0~10.5mm)fh rhf 것으로 나타났다.

Zhang(2012)은 중앙 안면부의 형태이상 환자 40명을 대상으로 네비게이션 하 안 면교정술을 수행하였다. 수술 전 계획과 실제 수술 후 영상을 중첩해 본 두 결과의 차이는 1mm미만이었다. 네비게이션 등록절차의 불일치는 1mm미만의 오차를 보고하였다.

Mazzoni(2010)는 치아안면의 형태이상으로 악교정수술을 받는 10명의 대상자에 대하여 수술 중 네비게이션을 적용하였다. 수술 전 계획과 실제 수행의 평균 매칭 오차는 2mm 미만인 경우가 재현성이 있는 것으로 판단할 수 있다고 제시하였으며, 전체 대상자중 이를 충족하는 대상자는 86.5%(범위 77.5~96.2%)인 것으로 나타났다.

Marmulla(2007)는 측두하악관절 이상으로 인한 부정교합 환자 6명을 대상으로 일반적 방법으로 절골술을 수행한 후, 해당 환자에 네비게이션을 적용하여 재위치시킨 후 과두의 공간 침범 범위를 사정하였다. 네비게이션 적용이 없는 최초 수술 상에서는 2.4mm가 측정되었으나, 네비게이션을 적용한 재위치 후에는 0.7mm까지 감소시킨 것으로 보고하였다.

표 28. 수술정확성(증례연구 13편)

연구		구는	쿠	결과	비고
Du	게하고나	스웨이 되어)(<2mm)의 비중	95.3±9.79%	9/12명 충족
(2019)	게락과	T8의 시	/(\ZIII)\\-18	95.5±9.7976	3/120 57
Wang	한사산병	전 곡-인곡	문)트 접촉영역 면적	 평균 14.5mm	_
(2018)	0.15			0 = 1	
	계획과	 각도	축방향	평균 3.74±3.30°	
Badiali	수행의	,-	시상 축	평균 6.27±5.32°	_
(2017)	차이	 거리	견인기 하부기준	평균 3.78±2.38mm	
			견인기 상부기준	평균 3.98±3.07mm	
Hung(계획과	각도		평균 205±1.02°	
2016)	수행의	 거리	삽입 입구 기준	평균 1.35±0.75mm	
	치이	7 1-1	삽입 출구 기준	평균 2.15±0.95mm	
Yu (2016)	계획과 수행의 차이		양호한 매칭		
					피어슨싱관계수
Chang			프랑크포트수평면	1.39±1.11mm (p=0.20)	0.99
(2015)	계획과 수형	행의 자이	정중시상면	0.96±0.60mm (p=0.96)	0.99
			관상면	2.12±1.82mm (p=0.54)	0.97
Lin	계획과 수행의 차이		참조평면	평균 1.20mm	상관계수 0.98
(2015)	게락사 13	8-1 40	심포장인	공간 1.2011111	3 2 4 T 0.90
Gui		계획과 수형	해이 차이	0.8mm 이하	
(2014)		711777 1 6	5—1 MOI	(양호한 매칭)	
Li			축방향	0.56~0.94mm	p>.05
(2014)	계획과 수	행의 차이	수평면	0.72~1.12mm	p>.05
(2014)			수직면	0.39~0.58mm	p>.05
Sun			시상면	0.44±0.35mm	p=.82
	계획과 수	행의 차이	수직면	0.50±.35mm	p=.85
(2014)			중앙외측면	0.56±0.36	p=.81
Zhang	계획과 수행의 차이		1mm 미만		
(2012)					
Mazzoni	계획과 수행의 차이(<2mm)의 비중		86.5%		
(2010)	게락과 구멍의 시아			ω.5/0	
Marmulla			(manual) 절골술	24mm	
(2007)	과두의 공	간 침범	→(navi) 절 골술 재시행	→0.7mm	

3) 재발율

<u>Du(2019)</u>는 상악비대와 하악기형으로 인한 부정교합 환자 12명에 절골술을 수행하였고, 최소 18개월 간의 추적관찰 동안 재발된 사례는 없는 것으로 보고하였다.

Yu(2016)는 안면 형태이상(하악과두 골연골증, 부정교합 등) 환자 5명을 대상으로 네비게이션을 이용한 절골술을 수행하였다. 수술 수행 후 12~30개월 간 골연골증의 재발은 없었다.

Gui(2014)는 측두하악관절 강직환자 6명을 대상으로 네비게이션을 이용한 관절성형술을 수행하였고, 수술 후 6개월 시점에서 재발 사례는 없는 것으로 보고하였다.

Kaduk(2012)은 턱후퇴증 환자 17명을 대상으로 네비게이션을 이용한 골절제술을 수행하였고, 수술 후 19개월 시점까지 뼈를 촬영한 영상 상에서 재발의 징후는 없는 것으로 보고하였다.

4) 수술소요시간

Zhu(2018)의 연구에서는 수술 후 등의 형태이상 환자 93명에 하악각 절제술을 수행하였고, 이 중 중재군(31명)에는 가상현실 네비게이션을, 비교1군(28명)에는 3D 프린팅 맞춤형 형판 적용, 비교2군(34명)에는 의사 재량에 맡긴 술기를 적용하여 수술에 소요된 시간을 비교하였다. 평균 준비시간은 중재군과 비교군은 각각127.4±30.7분(범위 93.6~149.2분), 142.8±42.2분(범위 110.3~150.2분)으로 비교 2군 90.6±149.3분(범위 69.3~107.2분)에 비하여 통계적으로 유의하게 길었다(p〈.01). 반면 실제 절제에 소요되는 시간은 중재군 227.55±21.5분(범위 206.8~250.3분), 비교1군 215.8±11.7분(평균 204.6~230.1분)이었으며, 이는 비교 2군의 264.1±31.0분(범위 240.3~296.4분)보다 통계적으로 유의하게 적게 소요되었다(p〈.01). 이를 반영한 전체 수술시간은 중재군 6.3±1.8시간(범위 4.7~8.8시간), 비교1군 6.1±2.5시간(범위 3.5~8.4시간), 비교2군 5.9±2.1시간(범위 3.2~8.1시간)으로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 보고되었다(p〉.05).

Li(2014)는 상하악의 형태이상 환자 5명을 대상으로 네비게이션을 이용한 악교 정수술을 수행하였고, 평균 수술소요시간은 181분(범위 151~210분)인 것으로 나타났다.

Yu(2009)는 측두하악관절 강직을 호소하는 환자 4명에 대하여 네비게이션 하 관절성형술을 수행하였다. 등록에 소요되는 시간은 평균 12.25±2.22분, 전체 수술소요시간은 175±24.46분이었다.

연구	구분	준비시간		절제시	·l간	전체소요	시간
71	중재군	127.4분		227.5분		6.3±1.8시간	>
Zhu (2018)	비교1군	142.8분	1) 하단기술	215.8분	" 1) 하단기술	6.1±2.5시간	2) 하단기술
(2010)	비교2군	90.6분		264.1분		5.9±2.1시간	
Li (2014)						평균 181분	
Yu (2009)		평균 12.3분				평균 175분	

표 29. 수술소요시간 (non-RCT 3편)

5) 환자만족도 또는 삶의 질

Chang(2015)은 상하악의 구순구개열로 인한 부정교합 환자 20명에 대하여 네비게이션을 이용한 악교정수술을 시행하였다. 수술 후 의사와 환자 모두 만족감을 표현하였다.

Lin(2015)은 부정교합 환자 27명을 대상으로 네비게이션 하 악교정수술을 수행하였고, 수술 후 6개월 시점에서 의사와 환자 모두 높은 만족감을 나타냈다.

Wang(2015)은 섬유이형성증으로 인한 상하악을 포함한 안면기형 환자 8명에 대하여 네비게이션을 이용한 상악안면윤곽술을 시행하였다. 수술 후 1~2년의 추적관찰기간 동안 모든 환자는 심미적 만족감을 표현하였다.

Gui(2014)는 측두하악관절 강직환자 6명에 네비게이션을 이용한 관절성형술을 수행하였고, 수술 후 6개월 시점에서 모든 환자는 수술로 인한 기능회복에 대하여 만족한다고 응답하였다.

Li(2014)는 상하악의 형태이상 환자 5명을 대상으로 네비게이션 하 악교정수술을 시행하였다. 수술 후 3~7개월에 걸쳐 모든 환자는 심미적 만족감을 표현하였다.

2.3. 기타 적응증(외상 또는 이물제거 등)

종양의 경우 악골 및 인접 연부조직 침범이 많아 종양의 제거 및 기능적 개선을 주로하고, 형태이상 등은 심미적 회복 역시 중요한 치료목적이다. 육안으로 접근이 어려운 외상 또는 이물의 제거 등의 기타 영역을 그 외 적응증으로 하여 주요 결과를 살펴보고자하였고, 총 4편의 연구(non-RCT 1편, 단일군 연구 3편)가 선택되었다.

¹⁾ 중재군 vs 비교1군 p=NS 중재군과 비교1군 vs 비교2군 p<.01

²⁾ 중재군 vs 비교1군 vs 비교2군 p=NS

가. 안전성

수술 중·후 합병증 발생여부를 주요 안전성 지표로 보았으며, 4편 모두에서 합병 증 결과를 보고하였다.

1) 합병증

Grobe(2009)는 안면부 총상환자 50명(하악부위 10명 포함)의 이물제거를 위하여 네비게이션을 적용한 중재군(32명)과 적용하지 않은 비교군(18명)의 결과를 비교하였고, 전체 대상자 중 합병증 발생율은 34%인 것으로 보고하였으며, 출혈, 연부조직감염, 신경손상 등이 포함되었다. 중재군이 비교군에 비해 통계적으로 유의한수준으로 합병증 발생이 없는 비중이 높은 것으로 보고하였다(p=.0136).

Xing(2015)은 상악안면부의 발사체에 의한 외상 환자 24명을 대상으로 네비게이션을 이용한 이물제거술을 수행한 결과를 보고하였다. 전체 대상자의 29.2%가 2군데 이상 부위가 침범된 것으로 나타났다. 전체 대상자 중 1명의 환자는 심각한 화기에 의한 손상으로 수술 후 감염을 보고하였으나, 치료를 통해 회복되었다고 보고하였다. 그 외 주요 합병증 발생은 없는 것으로 보고하였다.

Eggers(2009)은 상악안면부(상악 1명, 관골 3명 포함)의 이물제거가 필요한 환자 7명에 네비게이션을 적용한 제거술을 시행하였다. 모든 이물은 네비게이션 유도하에 최소 절개를 통하여 직접 제거가 가능하였으며, 합병증은 발생하지 않았다.

Sießegger(2001)은 두부와 경부(상악 6명 포함)에 이물제거를 위해 내원한 환자 11명을 대상으로 네비게이션 유도하 이물제거술을 실시하였다. 3명은 총상에 의해 발사체, 6명은 치아임플란트 이탈 등 기존 수술적 중재와 관련한 이물, 나머지 2명의 경우 경부 연조직에 치아가 이탈하여 존재하는 상태였다. 모든 대상자에서 주요합병증 발생 없이 중재가 수행된 것으로 보고하였다.

표 30. 합병증 발생 여부(non-RCT 1편, 증례연구 3편)

연구	구분	발생여부	조치 및 예후	비고
Grobe (2009)	전체		34%(17/50)에서 발생 감염, 신경손상 등)	

연구	구분	발생여부	조치 및 예후	비고
		100% 90% 80% 70% 60% 50% 40% 30% 20% 10% not navigated naviga	complications no complications (p=.0136)	
Xing (2015)	수술 후 감염	4.2%(1/24)	화기 손상에 의한 것으로 치료를 통해 회복됨	
Eggers (2009)	합병증일체	발생없음	-	
Sießegger (2001)	합병증일체	발생없음	_	

나. 유효성

유효성의 지표는 종양 및 형태이상 등의 적응증과 마찬가지로 수술관련 요인(수술성공률, 수술정확성, 재발율 등), 수술소요시간 및 재원일수, 환자관련요인(환자만족도 또는 삶의 질 등) 등을 검토하였다.

1) 수술정확성

Sießegger(2001)은 두경부(상악 6명 포함)의 이물제거 환자 11명을 대상으로 네비게 이션 유도하 제거술을 실시하였다. 이물이 연부 또는 경부 조직 내 위치하여 육안으로 보이지는 않으나 X선이나 MRI 등의 영상으로 위치가 확인되거나, 그리고 수술 중에 위치가 변경되는 등 수술 부위로의 접근이 어려운 경우에 네비게이션을 적용하였다. 네비게이션 등록의 정확성은 1mm 오차범위를 벗어나지 않음을 확인하였다.

2) 수술소요시간

Grobe(2009)의 연구에서는 안면부 총상환자 50명(하악부위 10명 포함)의 이물 제거를 위하여 네비게이션을 적용한 중재군(32명)과 적용하지 않은 비교군(18명)의 결과를 비교하였다. 중재군의 수술 소요시간은 120±76분으로 비교군 164±73분보다 적게 소요되는 것으로 보고하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다 (p=.1103).

Xing(2015)은 상악안면부의 발사체 외상 환자 24명을 대상으로 네비게이션을 이용한 이물제거술을 수행하였다. 전체 대상자의 29.2%가 2개 부위 이상이 침범된 것으로 나타났으며, 전체 수술에 소요된 시간은 평균 56.6분이었다.

Sießegger(2001)은 두부와 경부(상악 6명 포함)에 이물이 있는 11명의 환자에 네비게이션 유도하 제거술을 수행하였고, 상세하게는 총상(6명) 기존 수술적 중재와 관련한 이물(3명), 경부 연조직에 치아 이탈(2명)이었다. 전체 수술에 소요되는 시간은 평균 29분(범위 16~98분)으로 제시하였다.

표 31 수술소요시간(non-RCT 1편, 증례연구 2편)

연구	구분	전체소요시간	
Grobe(2009)	중재군	120±76분	p=.1103
G100C(2000)	비교군	164±73분	p .1100
Xing(2015)		평균 56.6분	
Sießegger(2001)		평균 29분	

3) 재원기간

Grobe(2009)는 안면부 총상환자 50명(하악부위 10명 포함)의 이물제거술을 수행하면서 중재군(네비게이션을 적용, 32명)과 비교군(비적용 18명)으로 구분하였다. 전체 대상자의 재원기간은 평균 14.3±7.9일이었으며, 최소 6일 이상이었다.

요약 및 결론



1. 평가결과 요약

무탐침 정위기법은 해부학적 주요지표를 확인하기 어려운 환자에게 시술부위로의 정확한 유도와 병소부위의 정밀한 위치 측정을 가능하게 하는 행위이다. 본 연구는 악골과 인접 연부조직 관련 적응증(골절제외)의 수술에 사용되는 무탐침 정위기법 의 합리적인 급여기준 설정에 필요한 의학적 근거자료를 마련하고자 수행되었다. 이 를 위하여 악골 및 인접연부조직 수술에 사용되는 무탐침 정위기법의 안전성 및 유 효성을 체계적 문헌고찰 방법으로 평가하였다.

안전성 결과지표로는 수술 관련 합병증, 유효성 결과지표로는 수술 관련 요인(수술성공률, 수술정확성, 재발율, 사망 및 생존여부), 보건시스템 관련 요인(수술소요시간, 재원일수), 환자 관련 요인(환자 만족도, 삶의 질)을 주요 지표로 두고 평가하였다.

적응증 별로 요약한 평가결과는 아래와 같다.

1.1. (양성, 악성) 종양

악골 및 인접 연부조직을 침범한 종양 수술에 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 안전성 및 유효성에 대한 문헌은 총 16편이 선택되었다. 무탐침 정위기법 사용 군과 미사용군을 비교한 문헌은 non-RCT 7편이었고, 나머지 9편은 단일군 연구였다.

가. 안전성 결과

종양 수술 환자를 대상으로 무탐침 정위기법 사용군(중재군)과 미사용군(비교군)의 안전성을 비교한 문헌은 non-RCT 4편이었으나, 이 중 1편(Guo et al 2015)는 소위원회의 제안에 따라 네비게이션 사용에 따른 안전확보의 측면에서 유효성 지표로 옮겨 분석하기로 하였다. 나머지 3편 중 2편(Yu et al 2016, Zhang et al 2015)

에서는 중재군의 합병증 발생 사례가 없었던 것으로 보고하였고, 다른 1편(Zhang et al 2016)에서는 중재군에서 국소감염 1례가 발생한 반면, 비교군에서는 국소감염 3건, 부정유합 2건이 발생한 것으로 나타났다.

단일군 연구의 합병증은 총 5편의 문헌에서 보고하였고, 이 중 2편의 문헌(Li et al 2016, Yu et al 2013)에서는 합병증이 발생하지 않았다. 나머지 3편 중 2편(Wu et al 2016, Pellegrino et al 2015)에서는 개방교합, 보형물 나사풀림이 각각 발생하여 치료한 것으로 보고하였고, 1편(Zheng et al 2018)에서는 피판적용을 위한 조직채취에 따른 공여부위 통증 및 감각결손이 발생한 것으로 보고하였다.

합병증 이외에 1편의 non-RCT(Cantazaro et al 2017)에서는 네비게이션 적용 상의 문제점이 발생한 사례를 보고하였다.

이상의 내용에 대하여 소위원회에서는 군 간 무탐침 정위기법의 사용여부에 따른합병증 발생은 없거나 경미한 수준의 것으로 즉각적인 치료로 해결되었고, Zheng(2018)에서 보고된 합병증은 네비게이션 적용여부에 따른 종양제거술 및 피판재건술과 무관한 공여조직의 채취에서 비롯된 합병증으로 동 중재에 의한 합병증은 아니며, Cantazaro(2017)에서 제시된 네비게이션 적용 상의 문제점은 동 중재의안전성과 유효성에 영향을 끼쳤다는 근거를 살펴보기 어렵다는 점 등을 들어 약골 및 인접연부조직을 침범한 종양 관련 수술에서 무탐침 정위기법의 안전성이 있음을확인하였다.

나. 유효성 결과

종양환자에 무탐침 정위기법을 적용한 경우의 유효성을 다룬 문헌은 총 16편으로, non-RCT 7편, 나머지 9편은 단일군 연구였다.

주요 지표별로 결과를 살펴보면 수술 관련 요인 중 (i) 수술성공률은 총 12편의연구에서 보고하였고, non-RCT 3편의 경우, 종양의 안전한 절제 여부 사정에서 중재군이 비교군보다 절제연 양성 비율이 더 낮거나 충분한 마진을 확보하는 등 더안전한 결과를 보고하였고, 단일군 연구 3편에서도 안전마진의 성공적 확보를 보고하였다. 종양절제 후 피판을 이용한 재건술을 수행한 6편(non-RCT 3편 및 단일군연구 3편)에서의 피판생존율을 92.9~100%로 보고하는 등 무탐침 정위기법을 이용한 수술적 중재에서의 효과를 보고하였다. Guo(2015)의 문헌의 경우 합병증 발생여부를 보고하고 있지만, 소위원회에서는 네비게이션 적용여부에 따른 안전확보의측면에서의 유효성 지표로 보는 것이 적절하다는 의견을 제시하였고, 수술과 관련하여 심각도가 높은 합병증을 중심으로 중재군에서는 안면마비 1건이 발생한 반면, 비교군에서는 시력감소 1건, 안면마비 3건, 중이염 1건, 폐렴 1건 등 심각한 합병증

의 발생이 더 많은 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 중재군에서 비교군에 비하여 종양의 안전한 절제가 확인되고, 피판재건술 시 피판생존율도 높게 보고되며, 수술 시 안전확보에 더 효과가 있다고 판단하였다. (ii) 수술정확성은 총 11편에서 보고 하였으며, non-RCT 5편에서는 무탐침 정위기법 적용시 수술 전 계획과 실제 수술 시행 후 차이가 각 연구에서 제시한 수용가능한 수준인 것으로 나타났고, 무탐침 정 위기법을 적용하지 않은 군과 비교 시 수술 전 영상과 수술 후 영상 상 안정적인 변화 추이를 보여주었다. 단일군 연구 6편에서도 네비게이션 상의 계획과 실제 수 행의 차이가 수용가능한 수준으로 동일한 결과를 확인하였다. 소위원회에서는 무탐 침 정위기법 적용을 위한 수술 전 계획과 실제 수행 간의 오차가 수용가능한 수준 이고, 실제 수술 전후 물리적 변화에서도 안정적 추이를 보여주어 유효성의 근거가 있다고 보았다. (iii) 종양 재발율은 총 6편의 연구에서 다루었다. 무탐침 정위기법 을 적용한 군과 그렇지 않은 군의 결과를 비교한 non-RCT 1편에서는 두 군 모두 재발 사례가 없었고, 2편에서 비교군의 재발율이 더 높았으며, 이 중 비교군 1명은 사망한 것으로 보고하였다. 나머지 1편에서는 중재군의 전체 재발율이 더 높았으나 완전 종양절제를 시행한 경우에는 비교군의 재발율이 더 높았다. 단일군 연구 2편 에서는 1명의 대상자가 재발 및 폐전이가 발생하여 1년 후 사망한 것으로 보고하였 다. 소위원회에서는 이상의 결과는 종양이라는 질병의 진행에 따른 재발 및 사망일 수 있고, 무탐침 정위기법의 적용여부에 따른 유효성의 결과로 보기에 무리가 있다 는 의견을 제시하였다.

보건시스템과 관련한 요인으로 <u>수술소요시간</u>은 5편에서 보고하였으나 네비게이션 등록 시간, 종양 절제시간 등의 구분이 없거나, 있더라도 단편적인 제시에 그쳐 소위원회에서는 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 각 문헌에서 제시된 수준 만으로 는 시간단축 여부를 해석하기에 의미가 없다는 점을 지적하였다.

환자 관련 요인으로 환자만족도 또는 삶의 질을 제시한 문헌은 총 6편으로 모든 문헌에서 무탐침 정위기법을 적용하였을 때 긍정적인 평가를 한 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법이 심미적, 기능적 측면에서 환자의 주관적 만족감 향상을 가져올 수 있는 기술로 보았다.

1.2. 형태이상

부정교합, 측두하악관절증후군 등 형태이상과 관련한 적응증에 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 안전성 또는 유효성을 다룬 문헌은 총 21편으로, 무탐침 정위기법 사용군과 미사용군을 비교한 RCT 2편 및 non-RCT 1편, 단일군 연구 18편이 포함되었다.

가. 안전성 결과

형태이상 환자를 대상으로 무탐침 정위기법을 적용한 경우의 안전성은 수술 관련합병증을 지표로 검토하였으며, 네비게이션 적용군(중재군)과 미적용군(비교군)의결과를 비교한 1편의 non-RCT에서는 두 군 모두에서 일체의 합병증이 발생하지않은 것으로 보고하였다. 나머지 11편의 단일군 연구에서도 합병증 발생 여부를 살펴보았고, 이 중 9편에서 합병증 발생 사례는 없는 것으로 나타났고, 2편(Kaduk et al 2012, Zhang et al 2012)에서는 수술 직후, 또는 수술 후 회복 초기 단계에서합병증이 있는 것으로 나타났으나 최종 추적관찰 기간에는 관련 문제가 모두 해결된 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법의 적용 시 합병증 발생은 없거나 일시적 발생 후 전 전 해결되는 등 악골 및 인접 연부조직의 형태이상 대상자 수술에서 무탐침 정위기법은 안전성이 있음을 확인하였다.

나. 유효성 결과

형태이상 환자의 수술에 무탐침 정위기법을 적용한 경우의 유효성은 총 21편에서 다루었고, RCT 2편, non-RCT 1편, 단일군 연구 18편이 포함되었다.

수술 관련 요인 중 (i) 수술성공률은 총 6편의 단일군 연구에서 문제없는 수술 시행 및 각 수술 후 의도하였던 기능 및 심미 회복 등에 이른 것으로 보고하였고, (ii) 수술정확성은 총 18편에서 보고하였으며, 네비게이션 적용 군에서 수술 전 계획과 수술 후 실제 수행결과 간 오차는 각 연구에서 제시한 임계값 미만으로 보고되어 수용가능한 수준으로 3편의 문헌에서 3편의 문헌에서 97% 이상의 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다. (iii) 재발율은 총 4편의 연구에서 다루었으며, 재발사례는 없는 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 수술 관련 요인에서 각 수술의 목적을 달성하였고, 수술 전 계획과 실제 수행 간 정확성이 높은 등 동 중재의 효과를 확인할 수 있다고 판단하였다.

보건시스템과 관련한 요인으로 <u>수술소요시간</u>은 3편에서 보고하였으나 네비게이션 등록 시간 및 기타 소요시간에 대한 내용이 불충분하게 제시되었다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 각 문헌에서 제시된 수준 만으로는 시간단축 여부를 해석하기에 의미가 없다는 의견이었다.

환자 관련 요인으로 환자만족도를 보고한 문헌은 총 5편으로 모든 문헌에서 무탐침 정위기법을 적용하였을 때 만족감이 높은 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법이 심미적, 기능적 측면에서 환자의 주관적 만족감을 향상시키는 기술로 판단하였다.

1.3. 기타 적응증(육안으로 접근이 어려운 외상 또는 이물제거 등)

악골 및 인접 연부조직을 침범한 수술 중 기타 적응증으로는 육안으로 접근이 어려운 외상 또는 이물의 제거를 다룬 총 4편의 문헌(non-RCT 1편, 단일군 연구 3 편)이 평가에 포함되었다.

다. 안전성 결과

수술부위로의 접근이 어려운 외상 또는 이물제거 등의 적응증에 대하여 무탐침 정위기법 사용군(중재군)과 미사용군(비교군)의 안전성을 비교한 문헌은 non-RCT 1편에서는 중재군의 합병증 발생률이 비교군보다 통계적으로 유의한 수준으로 낮음을 보고하였고, 나머지 단일군 연구 3편에서는 1편에서 총구 화기손상에 의한 감염 1례를 치료한 사례 보고 이외에는 합병증 발생이 없는 것으로 보고하였다. 소위원회에서는 약골 및 인접 연부조직의 외상 및 이물제거 적응증에 대하여 무탐침 정위기법을 적용하였을 때의 합병증 발생이 없거나 낮은 수준으로 동 중재는 안전성이 있음을 확인하였다.

라. 유효성 결과

외상 등 이물제거 등의 적응증의 수술에 무탐침 정위기법을 적용한 경우의 유효성을 다룬 문헌은 총 3편으로, non-RCT 1편, 단일군 연구 2편이었다.

1편의 연구에서 수술정확성은 1mm 오차 범위 이내인 것으로 나타났으며, 3편의 연구에서 보고한 수술소요시간을 제시하였고, 1편의 연구에서는 재원기간을 보고하였다. 소위원회에서는 무탐침 정위기법을 사용하였을 때의 수술정확도가 높다는 근거가 있고, 다른 지표인 수술소요시간과 재원기간은 의미를 부여할 만한 수준의 내용은 아닌 것으로 해석하였다.

2. 결론

동 연구에서는 악골 및 인접 연부조직의 수술(골절 제외)에서 무탐침 정위기법 적용 시 안전성 및 유효성을 평가하였다.

무탐침 정위기법은 상악(관골 포함)과 하악 등 악골 및 인접한 연부조직에 걸쳐 크게 종양, 형태이상, 기타 적응증에 걸쳐 적용되고 있음을 확인하였고, 이상의 적 응증에 대한 안전성은 합병증 발생여부로, 유효성은 수술성공률, 수술정확성, 재발 율(종양의 경우 사망 및 생존 여부 내용 포함), 수술소요시간, 재원일수, 환자만족 도 및 삶의 질 등의 지표로 살펴보았다.

안전성에 대하여 적응증 별 구분 모두에서 무탐침 정위기법을 적용하는 경우 합 병증은 발생하지 않았거나 군간 유의한 차이가 없는 수준이었으며, 발생한 사례들 역시 즉각적인 처치로 회복되는 수준이었다. 이상의 내용에 대하여 소위원회에서는 동 기술은 안전성에 있어 문제가 없는 기술로 평가하였다.

유효성에 있어 무탐침 정위기법은 선택된 문헌들이 비뚤림 위험성이 낮다고 볼수 없다는 한계가 있으나, 전체 대상자의 수가 유효성을 판단할 수준으로 확보되어 있고, 제시된 연구결과들이 수술성공률, 수술정확성, 재발율 등의 주요 지표에서 일관된 효과를 보여주고 있어 기술의 효과를 수용할 만한 하다는 의견이었다.

따라서 소위원회에서는 무탐침 정위기법은 종양, 형태이상, 이물 제거 등의 기타 적응증 등 악골 및 인접 연부조직 관련 수술(골절에 대해서는 별도 평가결과에 따름)에서 해부학적 수술 위치에 정확하게 도달할 수 있도록 도움을 주는 안전성 및 유효성에 대한 근거가 있는 기술로 판단하였다. V

참고문헌

- Badiali G, Cutolo F, Roncari A, Marchetti C, Bianchi A. Simulation-guided navigation for vector control in pediatric mandibular distraction osteogenesis. J Craniomaxillofac Surg. 2017 Jun;45(6):969-980.
- Berger M, Nova I, Kallus S, Ristow O, Eisenmann U, Dickhaus H et al. Electromagnetic navigated condylar positioning after high oblique sagittal split osteotomy of the mandible: a guided method to attain pristine temporomandibular joint conditions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2018 May;125(5):407-414.e1.
- Berger M, Nova I, Kallus S2 Ristow O, Freudlsperger C, Eisenmann U et al. Can electromagnetic-navigated maxillary positioning replace occlusional splints in orthognathic surgery? A clinical pilot study. J Craniomaxillofac Surg. 2017 Oct;45(10):1593-1599.
- Catanzaro S, Copelli C, Manfuso A, Tewfik K, Pederneschi N, Cassano L et al. Intraoperative navigation in complex head and neck resections: indications and limits. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2017 May;12(5):881-887.
- Chang HW, Lin HH, Chortrakarnkij P, Kim SG, Lo LJ. Intraoperative navigation for single-splint two-jaw orthognathic surgery: From model to actual surgery. J Craniomaxillofac Surg. 2015 Sep;43(7):1119-26.
- Chien CY, Chuang HC, Huang SH, Lin WC, Huang HY. A pilot study of segmental mandibulectomy with surgical navigation using fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron-emission tomography/computed tomography. Laryngoscope. 2012 Oct;122(10):2205-9.
- Cho HS, Kang HG, Kim HS, Han I. Computer-assisted sacral tumor resection. A case report. J Bone Joint Surg Am. 2008 Jul;90(7):1561-6.
- Du W, Chen G, Bai D, Xue C, Fei W, Luo E. Treatment of skeletal open bite using a navigation system: CAD/CAM osteotomy and drilling guides combined with pre-bent titanium plates. Int J Oral Maxillofac Surg. 2019 Apr;48(4):502-510.
- Eggers G, Mühling J, Hofele C. Clinical use of navigation based on cone-beam computer tomography in maxillofacial surgery. Br J Oral Maxillofac Surg. 2009 Sep:47(6):450-4.

- Gröbe A, Weber C, Schmelzle R, Heiland M, Klatt J, Pohlenz P. The use of navigation (BrainLAB Vector vision(2)) and intraoperative 3D imaging system (Siemens Arcadis Orbic 3D) in the treatment of gunshot wounds of the maxillofacial region. Oral Maxillofac Surg. 2009 Sep;13(3):153-8.
- Gui H, Wu J, Shen SG, Bautista JS, Voss PJ, Zhang S. Navigation-guided lateral gap arthroplasty as the treatment of temporomandibular joint ankylosis. J Oral Maxillofac Surg. 2014 Jan;72(1):128-38.
- Guo R, Guo YX, Feng Z, Guo CB. Application of a computer-aided navigation technique in surgery for recurrent malignant infratemporal fossa tumors. J Craniofac Surg. 2015 Mar;26(2):e126-32.
- Hanasono MM, Jacob RF, Bidaut L, Robb GL, Skoracki RJ. Midfacial reconstruction using virtual planning, rapid prototype modeling, and stereotactic navigation. Plast Reconstr Surg. 2010 Dec:126(6):2002-6.
- Heiland M, Habermann CR, Schmelzle R. Indications and limitations of intraoperative navigation in maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac Surg. 2004 Sep;62(9):1059-63.
- Hüfner T, Kfuri M Jr, Galanski M, Bastian L, Loss M, Pohlemann T et al. New indications for computer-assisted surgery: tumor resection in the pelvis. Clin Orthop Relat Res. 2004 Sep;(426):219-25.
- Hung KF, Wang F, Wang HW, Zhou WJ, Huang W, Wu YQ. Accuracy of a real-time surgical navigation system for the placement of quad zygomatic implants in the severe atrophic maxilla: A pilot clinical study. Clin Implant Dent Relat Res. 2017 Jun;19(3):458-465.
- Kaduk WM, Podmelle F, Louis PJ. Revisiting the supraforaminal horizontal oblique osteotomy of the mandible. J Oral Maxillofac Surg. 2012 Feb;70(2):421-8.
- Li B, Zhang L, Sun H, Shen SG, Wang X. A new method of surgical navigation for orthognathic surgery: optical tracking guided free-hand repositioning of the maxillomandibular complex. J Craniofac Surg. 2014 Mar;25(2):406-11.
- Li P, Xuan M, Liao C, Tang W, Wang XY, Tian W et al. Application of Intraoperative Navigation for the Reconstruction of Mandibular Defects With Microvascular Fibular Flaps-Preliminary Clinical Experiences. J Craniofac Surg. 2016 May:27(3):751-5.
- Lin HH, Chang HW, Wang CH, Kim SG, Lo LJ. Three-dimensional computer-assisted orthognathic surgery: experience of 37 patients. Ann Plast Surg. 2015 May:74 Suppl 2:S118-26.
- Marmulla R, Mühling J. Computer-assisted condyle positioning in orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg. 2007 Oct;65(10):1963-8.

- Mazzoni S, Badiali G, Lancellotti L, Babbi L, Bianchi A, Marchetti C. Simulation-guided navigation: a new approach to improve intraoperative three-dimensional reproducibility during orthognathic surgery. J Craniofac Surg. 2010 Nov;21(6):1698-705.
- Ozaki T, Rödl R, Gosheger G, Hoffmann C, Poremba C, Winkelmann W et al. Sacral infiltration in pelvic sarcomas: joint infiltration analysis II. Clin Orthop Relat Res. 2003 Feb:(407):152-8.
- Pellegrino G, Tarsitano A, Basile F, Pizzigallo A, Marchetti C. Computer-Aided Rehabilitation of Maxillary Oncological Defects Using Zygomatic Implants: A Defect-Based Classification. J Oral Maxillofac Surg. 2015 Dec;73(12):2446.e1-2446.e11.
- Reijnders K, Coppes MH, van Hulzen AL, Gravendeel JP, van Ginkel RJ, Hoekstra HJ. Image guided surgery: new technology for surgery of soft tissue and bone sarcomas. Eur J Surg Oncol. 2007 Apr;33(3):390-8.
- Ricotta F, Cercenelli L, Battaglia S, Bortolani B, Savastio G, Marcelli E2 et al. Navigation-guided resection of maxillary tumors: Can a new volumetric virtual planning method improve outcomes in terms of control of resection margins? J Craniomaxillofac Surg. 2018 Dec;46(12):2240-2247.
- Schramm A, Gellrich NC, Gutwald R, Schipper J, Bloss H, Hustedt H et al. Indications for computer-assisted treatment of cranio-maxillofacial tumors. Comput Aided Surg. 2000;5(5):343-52.
- Shan XF, Chen HM, Liang J, Huang JW, Zhang L, Cai ZG et al. Surgical navigation-assisted mandibular reconstruction with fibula flaps. Int J Oral Maxillofac Surg. 2016 Apr;45(4):448-53.
- Shim BK, Shin HS, Nam SM, Kim YB. Real-time navigation-assisted orthognathic surgery. J Craniofac Surg. 2013 Jan;24(1):221-5.
- Siessegger M, Mischkowski RA, Schneider BT, Krug B, Klesper B, Zöller JE. Image guided surgical navigation for removal of foreign bodies in the head and neck. J Craniomaxillofac Surg. 2001 Dec;29(6):321-5.
- Sun Y, Luebbers HT, Agbaje JO, Lambrichts I, Politis C. The accuracy of image-guided navigation for maxillary positioning in bimaxillary surgery. J Craniofac Surg. 2014 May:25(3):1095-9.
- Tarsitano A, Ricotta F, Baldino G, Badiali G, Pizzigallo A, Ramieri V et al.
 Navigation-guided resection of maxillary tumours: The accuracy of computer-assisted surgery in terms of control of resection margins
 A feasibility study. J Craniomaxillofac Surg. 2017 Dec;45(12):2109-2114.
- Wang F, Bornstein MM, Hung K, Fan S, Chen X, Huang W et al. Application of Real-Time Surgical Navigation for Zygomatic Implant Insertion in Patients With Severely Atrophic Maxilla. J Oral Maxillofac

- Surg. 2018 Jan;76(1):80-87.
- Wang Y, Sun G, Lu M, Hu Q. Surgical management of maxillofacial fibrous dysplasia under navigational guidance. Br J Oral Maxillofac Surg. 2015 Apr;53(4):336-41.
- Wu J, Sun J, Shen SG, Xu B, Li J, Zhang S. Computer-assisted navigation: its role in intraoperatively accurate mandibular reconstruction. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2016 Aug;122(2):134-42.
- Xing L, Duan Y, Zhu F, Shen M, Jia T, Liu L et al. Computed tomography navigation combined with endoscope guidance for the removal of projectiles in the maxillofacial area: a study of 24 patients. Int J Oral Maxillofac Surg. 2015 Mar;44(3):322-8.
- Yu H, Wang X, Zhang S, Zhang L, Xin P, Shen SG. Navigation-guided en bloc resection and defect reconstruction of craniomaxillary bony tumours. Int J Oral Maxillofac Surg. 2013 Nov;42(11):1409-13.
- Yu HB, Li B, Zhang L, Shen SG, Wang XD. Computer-assisted surgical planning and intraoperative navigation in the treatment of condylar osteochondroma. Int J Oral Maxillofac Surg. 2015 Jan:44(1):113-8.
- Yu HB. Shen GF. Zhang SL, Wang XD. Wang CT. Lin YP. arthroplasty in Navigation-guided gap the treatment temporomandibular joint ankylosis. Int J Oral Maxillofac Surg. 2009 Oct;38(10):1030-5.
- Yu Y, Zhang WB, Liu XJ, Guo CB, Yu GY, Peng X. Three-Dimensional Accuracy of Virtual Planning and Surgical Navigation for Mandibular Reconstruction With Free Fibula Flap. J Oral Maxillofac Surg. 2016 Jul;74(7):1503.e1-1503.e10.
- Zhang S, Gui H, Lin Y, Shen G, Xu B. Navigation-guided correction of midfacial post-traumatic deformities (Shanghai experience with 40 cases). J Oral Maxillofac Surg. 2012 Jun;70(6):1426-33.
- Zhang WB, Wang Y, Liu XJ, Mao C, Guo CB, Yu GY. Reconstruction of maxillary defects with free fibula flap assisted by computer techniques. J Craniomaxillofac Surg. 2015 Jun;43(5):630-6.
- Zhang WB, Yu Y, Wang Y, Mao C, Liu XJ, Guo CB. Improving the accuracy of mandibular reconstruction with vascularized iliac crest flap: Role of computer-assisted techniques. J Craniomaxillofac Surg. 2016 Nov;44(11):1819-1827.
- Zheng L, Lv X, Zhang J, Liu S, Zhang J, Zhang Y. Translating Computer-Aided Design and Surgical Planning Into Successful Mandibular Reconstruction Using a Vascularized Iliac-Crest Flap. J Oral Maxillofac Surg. 2018 Apr;76(4):886-893.
- Zhu M, Liu F, Zhou C, Lin L, Zhang Y, Chai G et al. Does intraoperative

navigation improve the accuracy of mandibular angle osteotomy: Comparison between augmented reality navigation, individualised templates and free-hand techniques. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2018 Aug;71(8):1188-1195.



부록

1. 소위원회

악골 및 인접 연부조직 수술(골절제외)의 무탐침 정위기법의 안전성 및 유효성 평가 소위원회는 최초 구강악안면외과 3인(구강악악면외과학회 추천 1인 및 신의료기술평가 분야별 전문평가위원회 소속 2인), 영상의학과 1인(대한영상의학회 추천), 영상치의학과 1인(신의료기술평가 분야별 전문평가위원회 소속), 이비인후과 2인(대한이비인후과학회 추천), 성형외과 1인, 근거중심의학 1인(연구기획자문단 소속), 총 9인으로 구성하였으나, 이 중 구강악안면외과 1인과 성형외과 1인은 개인적 사유로 인하여 소위원회 활동에 불참하였다. 최종 총 7인의 소위원회 활동 현황은 다음과 같다.

1.1. 제1차 소위원회

■ 회의일시: 2019년 1월 24일

■ 회의내용: 행위정의, 연구계획서 논의

1.2. 제2차 소위원회

■ 회의일시: 2019년 3월 7일

■ 회의내용: 문헌선택 결과보고, 자료분석 논의

1.3. 제3차 소위원회

■ 회의일시: 2019년 4월 30일

■ 회의내용: 결과합성 및 결론방향 논의

1.4. 제4차 소위원회

■ 회의일시: 2019년 5월 23일

■ 회의내용: 결과합성 및 결론방향 논의

2. 문헌검색 전략

2.1. 국외 데이터베이스

2.1.1. Ovid MEDLINE(Ovid MEDLINE(R) In-Process & Other Non-Indexed Citations 1946 to October 03, 2018) 〈검색일: 2019.1.31.〉

구분	연변	<u>컴</u> 색어	검색결과
	1	maxill*.mp.	108,968
Р	2	zygoma*.mp.	77,87
,	3	mandib*.mp.	110,992
	4	or/1-3	193,017
	5	exp Surgery, Computer-Assisted/	20,191
	6	navigat\$5.mp.	33,395
	7	image guid\$4 surg\$5.mp.	1,335
	8	image assist* surg\$5.mp.	8
	9	comput\$2 guid\$4 surg\$5.mp.	83
	10	comput\$2 assist* surg\$5.mp.	1,310
I	11	comput\$2 aided surg\$5.mp.	318
	12	3D.mp. or exp Imaging, Three-Dimensional/	175989
	13	exp COMPUTER SIMULATION/	215,260
	14	virtual surg*.mp.	730
	15	((magnetic resonance or MR or MRI) adj5 (guid* or navigat* or assis* or aided)).mp.	38,474
	16	or/5-15	452,960
P & I	17	4 and 16	8,471
연도제한	18	limit 17 to yr="2000-current"	7,998

2.1.2. Ovid-Embase(1996 to 2019 Week 04) 〈검색일: 2019.1.31.〉

구분	연번	검색어	검색결과
	1	maxill*.mp.	86,612
Р	2	zygoma*.mp.	6,616
Г	3	mandib*.mp.	75,062
	4	or/1-3	138,921
	5	exp computer assisted surgery/	11,284
	6	navigat\$5.mp.	44,506
	7	image guid\$4 surg\$5.mp.	2,218
	8	image assist* surg\$5.mp.	9
	9	comput\$2 guid\$4 surg\$5.mp.	93
	10	comput\$2 assist* surg\$5.mp.	9,589
1	11	comput\$2 aided surg\$5.mp.	504
	12	3D.mp. or exp three dimensional imaging/	227,857
	13	exp COMPUTER SIMULATION/	102,177
	14	virtual surg*.mp.	1,002
	15	((magnetic resonance or MR or MRI) adj5 (guid* or navigat*	13,948
		or assis* or aided)).mp.	
	16	or/5-15	380,068
P & I		4 and 16	9,151
연도제한		limit 23 to yr="2000-current"	8,875

2.1.3. Cochrane Library 〈검색일: 2019. 01. 31.〉

구분	연번	검색어	검색결과
	1	maxill*:ti,ab,kw	4,960
Р	2	zygoma*:ti,ab,kw	171
٢	3	mandib*:ti,ab,kw	4,978
	4	#1 or #2 or #3	8,546
	5	MeSH descriptor: [Surgery, Computer-Assisted] explode all trees	801
	6	navigat*:ti,ab,kw	2,168
ı	7	image (guid* or assist*):ti,ab,kw	5,738
	8	comput* (guid* or assist* or aided):ti,ab,kw	20,786
	9	MeSH descriptor: [Imaging, Three-Dimensional]	1,170

구분	연번	검색어	검색결과
		explode all trees	
	10	MeSH descriptor: [Computer Simulation] explode all trees	1,548
	11	virtual surg*:ti,ab,kw	730
	12	(magnetic resonance or MR or MRI):ti,ab,kw	26,919
	13	(guid* or navigat* or assis* or aided):ti,ab,kw	87,614
	14	#12 and #13	4,305
	15	#5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 or #10 OR #11 or #14	27,202
P & I	16	#4 and #15	554
연도제한	17	#16 with Cochrane Library publication date from Jan 2000 to Jan 2019	539

2.2. 국내 데이터 베이스

2.2.1. KoreaMed 〈검색일자: 2019. 03.04.〉

#	Searches	KoreaMed
1	transpupillary thermotherapy	15

2.2.2. KMbase (국내발표논문) 〈검색일자: 2019. 03.04.〉

2.2.3. RISS (국내학술지논문) 〈검색일자: 2019. 03.04.〉

2.2.4. KISS 〈검색일자: 2019. 03.04.〉

2.2.5. NDSL (국내논문)(검색일자: 2019. 03.04.)

#	Searches	KMbas e	RISS	KISS	NDSL
1	상악 AND 종양 AND 영상	0	4	13	1
2	상악 AND 종양 AND 내비게이션	0	0	0	0
3	상악 AND 종양 AND 네비게이션	0	0	0	0
4	상악 AND 종양 AND 항법	0	0	0	0
5	상악 AND 종양 AND 컴퓨터	0	1	1	0
6	상악 AND 종양 AND 가상수술	0	0	0	0
7	관골 AND 종양 AND 영상	0	0	3	0
8	관골 AND 종양 AND 내비게이션	0	0	0	0
9	관골 AND 종양 AND 네비게이션	0	0	0	0

		KMbas	DICC	1/100	MDG
#	Searches	е	RISS	KISS	NDSL
10	관골 AND 종양 AND 항법	0	0	0	0
11	11 관골 AND 종양 AND 컴퓨터		0	1	0
12	관골 AND 종양 AND 가상수술	0	0	0	0
13	협골 AND 종양 AND 영상	0	0	0	0
14	협골 AND 종양 AND 내비게이션	0	0	0	0
15	협골 AND 종양 AND 네비게이션	0	0	0	0
16	협골 AND 종양 AND 항법	0	0	0	0
17	협골 AND 종양 AND 컴퓨터	0	0	1	0
18	협골 AND 종양 AND 가상수술	0	0	0	0
19	하악 AND 종양 AND 영상	0	6	8	7
20	하악 AND 종양 AND 내비게이션	0	0	0	0
21	하악 AND 종양 AND 네비게이션	0	0	0	0
22	하악 AND 종양 AND 항법	0	0	0	0
23	하악 AND 종양 AND 컴퓨터	0	0	1	0
24	하악 AND 종양 AND 가상수술	0	0	0	0
25	maxilla AND cancer AND	0	0	0	0
	navigation				
26	maxilla AND cancer AND image	0	1	1	4
27	maxilla AND cancer AND computer	0	0	2	0
28	zygoma AND cancer AND	0	0	0	0
20	navigation	U	U	U	U
29	zygoma AND cancer AND image	0	0	0	0
30	zygoma AND cancer AND computer	0	0	0	0
01	mandible AND cancer AND	0	0	0	0
31	navigation	0	U	U	0
32	mandible AND cancer AND image	0	3	2	6
00	mandible AND cancer AND	^	_		
33	computer	0	4	1	1
34	maxilla AND tumor AND navigation	0	0	0	0
35	maxilla AND tumor AND image	0	7	10	0
36	maxilla AND tumor AND computer	0	4	1	9
37	zygoma AND tumor AND navigation	0	0	0	0
38	zygoma AND tumor AND image	0	0	1	1
39	zygoma AND tumor AND computer	0	0	0	0
	mandible AND tumor AND	•	•		
40	navigation	0	0	0	0
41	mandible AND tumor AND image	0	7	13	16
	mandible AND tumor AND				
42	computer	0	9	2	5
43	상악 AND 골수염 AND 영상	0	1	0	1
43	상악 AND 골수염 AND 내비게이션	0	0	0	0
44	6기 AND 크포터 AND 테미계이언	U	U	U	U

### 45 상약 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	#	Searches	KMbas e	RISS	KISS	NDSL
47 성약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	45	상악 AND 골수염 AND 네비게이션	0	0	0	0
48 상악 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 1 49 관골 AND 골수염 AND 영상 0 0 1 50 관골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 0 51 관골 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 0 52 관골 AND 골수염 AND 해비 0 0 0 0 53 관골 AND 골수염 AND 해비 0 0 0 0 54 관골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 55 합골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 56 합골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 0 57 합골 AND 골수염 AND 배비게이션 0 0 0 0 0 58 합골 AND 골수염 AND 배비게이션 0 0 0 0 0 59 합골 AND 골수염 AND 해비 0 0 0 0 0 0 59 합골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 0 0 59 합골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	46	상악 AND 골수염 AND 항법	0	0	0	0
### 49 관골 AND 골수염 AND 영상 0 0 1 50 관골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 51 관골 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 51 관골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 52 관골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 53 관골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 54 관골 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 0 55 합골 AND 골수염 AND 생상 0 0 0 0 56 합골 AND 골수염 AND 배비게이션 0 0 0 57 협골 AND 골수염 AND 배비게이션 0 0 0 0 58 합골 AND 골수염 AND 배비게이션 0 0 0 0 59 합골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 60 합골 AND 골수염 AND 함법 0 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 62 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 행법 0 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 행법 0 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 67 해약 AND 골수염 AND 하법 0 0 0 0 68 하약 AND 골수염 AND 커상수술 0 0 0 0 69 하약 AND 골수염 AND 커상수술 0 0 0 0 0 60 하약 AND 골수염 AND 처퓨터 0 0 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 커상수술 0 0 0 0 0 62 하약 AND 골수염 AND 처퓨터 0 0 0 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 처퓨터 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	47	상악 AND 골수염 AND 컴퓨터	0	0	0	0
50 판골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 0 51 판골 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 0 0 52 판골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	48	상악 AND 골수염 AND 가상수술	0	0	0	0
51 관골 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 0 52 관골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 0 53 관골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 553 관골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 0 554 관골 AND 골수염 AND 건상수술 0 0 0 0 555 합골 AND 골수염 AND 에상 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	49	관골 AND 골수염 AND 영상	0	0	1	0
52 관골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 53 관골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 54 관골 AND 골수염 AND 거상수술 0 0 0 0 55 협골 AND 골수염 AND 명상 0 0 0 0 56 협골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 0 57 협골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 0 58 협골 AND 골수염 AND 레비게이션 0 0 0 0 58 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 59 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	50		0	0	0	0
53 관골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 54 관골 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 55 협골 AND 골수염 AND 영상 0 0 0 56 협골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 57 협골 AND 골수염 AND 에비게이션 0 0 0 58 협골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 59 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 60 협골 AND 골수염 AND 경유터 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 62 하약 AND 골수염 AND 배비게이션 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 함법 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 함법 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 경우염 AND 함법 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 경우염 AN	51		0	0	0	0
54 관골 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 55 협골 AND 골수염 AND 영상 0 0 0 56 협골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 57 협골 AND 골수염 AND 테비게이션 0 0 0 57 협골 AND 골수염 AND 함법 0 0 0 58 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 60 협골 AND 골수염 AND 검추염 0 0 0 60 협골 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 61 하악 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 62 하악 AND 골수염 AND 배비게이션 0 0 0 63 하악 AND 골수염 AND 함법 0 0 0 64 하악 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 65 하악 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 66 하악 AND ③ Steomyelitis AND 0 0 0 68 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 70 <	52		0	0	0	0
55 협골 AND 골수염 AND 영상 0 0 0 56 협골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 57 협골 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 58 협골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 59 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 60 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 62 하약 AND 골수염 AND 에버게이션 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 해법 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 66 하약 AND 공수염 AND 가상수술 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 70 zygoma AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 72 zygoma AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND navigation	53		0	0	0	0
56 협골 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 57 협골 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 58 협골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 59 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 60 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 62 하약 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 하법 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 참퓨터 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 68 maxilla AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 71 zygoma AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 72 zygoma AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND navigation			0	0	0	0
57 협골 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 58 협골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 59 협골 AND 골수염 AND 검퓨터 0 0 0 60 협골 AND 골수염 AND 검퓨터 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 62 하약 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 하법 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 68 maxilla AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 0 70 zygoma AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 0 73 mandible AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 0			0	0	0	0
58 협골 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 59 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 60 협골 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 62 하약 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 68 maxilla AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 70 zygoma AND osteomyelitis AND osteomyelitis AND computer 0 0 0 72 zygoma AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 73 mandible AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0						0
59 협골 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 60 협골 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 62 하약 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 레비베게이션 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 함법 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 68 maxilla AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 70 zygoma AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 72 zygoma AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 73 mandible AND osteomyelitis AND navigation 0 0 0 0						0
60 협골 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 0 61 하약 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 0 62 하약 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 해법 0 0 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 666 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		·				0
61 하약 AND 골수염 AND 영상 0 1 0 62 하약 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 68 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 69 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 70 zygoma AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 71 zygoma AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 0 72 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						0
62 하약 AND 골수염 AND 내비게이션 0 0 0 63 하약 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 68 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 69 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 69 computer 70 zygoma AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 71 zygoma AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 72 zygoma AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 73 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 74 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 0 75 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						0
63 하약 AND 골수염 AND 네비게이션 0 0 0 0 64 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						1
64 하약 AND 골수염 AND 항법 0 0 0 0 65 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						0
65 하약 AND 골수염 AND 컴퓨터 0 0 0 0 66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						0
66 하약 AND 골수염 AND 가상수술 0 0 0 0 0 67 maxilla AND osteomyelitis AND 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0						0
maxilla AND osteomyelitis AND navigation 68 maxilla AND osteomyelitis AND image 69 maxilla AND osteomyelitis AND computer 70 zygoma AND osteomyelitis AND navigation 71 zygoma AND osteomyelitis AND image 72 zygoma AND osteomyelitis AND computer 73 mandible AND osteomyelitis AND navigation 74 mandible AND osteomyelitis AND navigation 75 mandible AND osteomyelitis AND navigation 76 mandible AND osteomyelitis AND navigation 77 mandible AND osteomyelitis AND						0
navigation maxilla AND osteomyelitis AND image maxilla AND osteomyelitis AND computer maxilla AND osteomyelitis AND computer ro zygoma AND osteomyelitis AND navigation ro zygoma AND osteomyelitis AND image ro zygoma AND osteomyelitis AND computer ro andible AND osteomyelitis AND navigation mandible AND osteomyelitis AND maxigation mandible AND osteomyelitis AND maxigation mandible AND osteomyelitis AND maxigation	66		0	0	0	0
image 69	67	,	0	0	0	0
computer zygoma AND osteomyelitis AND navigation 71	68		0	3	2	1
zygoma AND osteomyelitis AND navigation 71 zygoma AND osteomyelitis AND image 72 zygoma AND osteomyelitis AND computer 73 mandible AND osteomyelitis AND navigation 70 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	69		0	0	0	0
image zygoma AND osteomyelitis AND computer mandible AND osteomyelitis AND navigation mandible AND osteomyelitis AND mandible AND osteomyelitis AND	70	zygoma AND osteomyelitis AND	0	0	0	0
72 computer mandible AND osteomyelitis AND navigation mandible AND osteomyelitis AND	71		0	0	0	0
navigation mandible AND osteomyelitis AND	72		0	0	0	0
mandible AND osteomyelitis AND	73		0	0	3	0
74 image 0 4 0	74	mandible AND osteomyelitis AND image	0	4	0	4
75 mandible AND osteomyelitis AND 0 0 0 computer	75		0	0	0	0

#	Searches	KMbas e	RISS	KISS	NDSL
76	상악 AND 골괴사 AND 영상	0	0	0	0
77	상악 AND 골괴사 AND 내비게이션	0	0	0	0
78	상악 AND 골괴사 AND 네비게이션	0	0	0	0
79	상악 AND 골괴사 AND 항법	0	0	0	0
80	상악 AND 골괴사 AND 컴퓨터	0	0	0	0
81	상악 AND 골괴사 AND 가상수술	0	0	0	0
82	관골 AND 골괴사 AND 영상	0	0	0	0
83	관골 AND 골괴사 AND 내비게이션	0	0	0	0
84	관골 AND 골괴사 AND 네비게이션	0	0	0	0
85	관골 AND 골괴사 AND 항법	0	0	0	0
86	관골 AND 골괴사 AND 컴퓨터	0	0	0	0
87	관골 AND 골괴사 AND 가상수술	0	0	0	0
88	협골 AND 골괴사 AND 영상	0	0	0	0
89	협골 AND 골괴사 AND 내비게이션	0	0	0	0
90	협골 AND 골괴사 AND 네비게이션	0	0	0	0
91	협골 AND 골괴사 AND 항법	0	0	0	0
92	협골 AND 골괴사 AND 컴퓨터	0	0	0	0
93	협골 AND 골괴사 AND 가상수술	0	0	0	0
94	하악 AND 골괴사 AND 영상	0	0	0	0
95	하악 AND 골괴사 AND 내비게이션	0	0	0	0
96	하악 AND 골괴사 AND 테비게이션	0	0	0	0
97	하악 AND 골괴사 AND 캠프트	0	0	0	0
98	하악 AND 골괴사 AND 컴퓨터	0	3	0	1
99	하악 AND 골괴사 AND 가상수술	0	0	0	0
100	maxilla AND necrosis AND navigation	0	0	0	0
101	maxilla AND necrosis AND image	0	0	0	0
102	maxilla AND necrosis AND computer	0	0	0	0
103	zygoma AND necrosis AND navigation	0	0	0	0
104	zygoma AND necrosis AND image	0	0	0	0
105	zygoma AND necrosis AND computer	0	0	0	0
106	mandible AND necrosis AND navigation	0	0	0	0
107	mandible AND necrosis AND image	0	3	0	0
108	mandible AND necrosis AND computer	0	0	0	0
	중복제거 후 소계	0	42	55	39

3. 최종 선택문헌

연번	1저자 (출판연도)	제목	서지정보
종양(1	Ricotta (2018)	Navigation-guided resection of maxillary tumors: Can a new volumetric virtual planning method improve outcomes in terms of control of resection margins?	J Craniomaxillofac Surg. 2018 Dec;46(12):2240-22 47.
2	Catanzaro (2017)	Intraoperative navigation in complex head and neck resections: indications and limits.	Int J Comput Assist Radiol Surg. 2017 May;12(5):881–887.
3	Taristano (2017)	Navigation-guided resection of maxillary tumours: The accuracy of computer-assisted surgery in terms of control of resection margins - A feasibility study.	J Craniomaxillofac Surg. 2017 Dec;45(12):2109–21 14.
4	Yu (2016)	Three-Dimensional Accuracy of Virtual Planning and Surgical Navigation for Mandibular Reconstruction With Free Fibula Flap.	J Oral Maxillofac Surg. 2016 Jul;74(7):1503.e1-15 03.e10.
5	Zhang (2016)	Improving the accuracy of mandibular reconstruction with vascularized iliac crest flap: Role of computer-assisted techniques.	J Craniomaxillofac Surg. 2016 Nov;44(11):1819–18 27.
6	Guo (2015)	Application of a computer-aided navigation technique in surgery for recurrent malignant infratemporal fossa tumors.	Craniofac Surg. 2015 Mar;26(2):e126-32.
7	Zhang (2015)	Reconstruction of maxillary defects with free fibula flap assisted by computer techniques.	J Craniomaxillofac Surg. 2015 Jun;43(5):630–6.
8	Zheng (2018)	Translating Computer-Aided Design and Surgical Planning Into Successful Mandibular Reconstruction Using a Vascularized Iliac-Crest Flap.	J Oral Maxillofac Surg. 2018 Apr;76(4):886-893.
9	Li (2016)	Application of Intraoperative Navigation for the Reconstruction of Mandibular Defects With Microvascular Fibular Flaps-Preliminary Clinical Experiences.	J Craniofac Surg. 2016 May;27(3):751-5.

연번	1저자 (출판연도)	제목	서지정보
10	Shan (2016)	Surgical navigation-assisted mandibular reconstruction with fibula flaps.	Int J Oral Maxillofac Surg. 2016 Apr;45(4):448-53.
11	Wu (2016)	Computer-assisted navigation: its role in intraoperatively accurate mandibular reconstruction.	Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2016 Aug;122(2):134–42.
12	Pellegrino (2015)	Computer-Aided Rehabilitation of Maxillary Oncological Defects Using Zygomatic Implants: A Defect-Based Classification.	J Oral Maxillofac Surg. 2015 Dec;73(12):2446.e1- 2446.e11.
13	Yu (2013)	Navigation-guided en bloc resection and defect reconstruction of craniomaxillary bony tumours.	Int J Oral Maxillofac Surg. 2013 Nov;42(11):1409–13.
14	Chien (2012)	A pilot study of segmental mandibulectomy with surgical navigation using fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron-emission tomography/computed tomography.	Laryngoscope. 2012 Oct;122(10):2205-9.
15	Heiland (2004)	Indications and limitations of intraoperative navigation in maxillofacial surgery.	J Oral Maxillofac Surg. 2004 Sep;62(9):1059-63.
16	Sharamm (2000)	Indications for computer-assisted treatment of cranio-maxillofacial tumors.	Comput Aided Surg. 2000;5(5):343-52.
형태0	상(21편)		
17	Berger (2018)	Electromagnetic navigated condylar positioning after high oblique sagittal split osteotomy of the mandible: a guided method to attain pristine temporomandibular joint conditions.	Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2018 May;125(5):407–414.e 1.
18	Berger (2017)	Can electromagnetic-navigated maxillary positioning replace occlusional splints in orthognathic surgery? A clinical pilot study.	J Craniomaxillofac Surg. 2017 Oct;45(10):1593-1599.
19	Zhu (2018)	Does intraoperative navigation improve the accuracy of mandibular angle osteotomy: Comparison between augmented reality navigation, individualised templates and free-hand techniques.	J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2018 Aug;71(8):1188-1195.

연번	1저자 (출판연도)	제목	서지정보
20	Du (2019)	Treatment of skeletal open bite using a navigation system: CAD/CAM osteotomy and drilling guides combined with pre-bent titanium plates.	Int J Oral Maxillofac Surg. 2019 Apr:48(4):502–510.
21	Wang (2018)	Application of Real-Time Surgical Navigation for Zygomatic Implant Insertion in Patients With Severely Atrophic Maxilla.	J Oral Maxillofac Surg. 2018 Jan;76(1):80-87.
22	Badiali (2017)	Simulation-guided navigation for vector control in pediatric mandibular distraction osteogenesis.	J Craniomaxillofac Surg. 2017 Jun;45(6):969–980.
23	Hung (2016)	Accuracy of a real-time surgical navigation system for the placement of quad zygomatic implants in the severe atrophic maxilla: A pilot clinical study.	Clin Implant Dent Relat Res. 2017 Jun;19(3):458-465.
24	Yu (2016)	Computer-assisted surgical planning and intraoperative navigation in the treatment of condylar osteochondroma.	Int J Oral Maxillofac Surg. 2015 Jan;44(1):113-8.
25	Chang (2015)	Intraoperative navigation for single-splint two-jaw orthognathic surgery: From model to actual surgery.	Craniomaxillofac Surg. 2015 Sep:43(7):1119-26.
26	Lin (2015)	Three-dimensional computer-assisted orthognathic surgery: experience of 37 patients.	Ann Plast Surg. 2015 May;74 Suppl 2:S118-26.
27	Wang (2015)	Surgical management of maxillofacial fibrous dysplasia under navigational guidance.	Br J Oral Maxillofac Surg. 2015 Apr;53(4):336-41.
28	Gui (2014)	Navigation-guided lateral gap arthroplasty as the treatment of temporomandibular joint ankylosis.	J Oral Maxillofac Surg. 2014 Jan;72(1):128–38.
29	Li (2014)	A new method of surgical navigation for orthognathic surgery: optical tracking guided free-hand repositioning of the maxillomandibular complex.	J Craniofac Surg. 2014 Mar;25(2):406-11.
30	Sun (2014)	The accuracy of image-guided navigation for maxillary positioning in bimaxillary surgery.	J Craniofac Surg. 2014 May;25(3):1095–9.
31	Shim	Real-time navigation-assisted orthognathic	J Craniofac Surg.

연번	1저자 (출판연도)	제목	서지정보
	(2013)	surgery.	2013 Jan;24(1):221-5.
32	Kaduk (2012)	Revisiting the supraforaminal horizontal oblique osteotomy of the mandible.	J Oral Maxillofac Surg. 2012 Feb;70(2):421-8.
33	Zhang (2012)	Navigation-guided correction of midfacial post-traumatic deformities (Shanghai experience with 40 cases).	J Oral Maxillofac Surg. 2012 Jun;70(6):1426–33.
34	Hanasono (2010)	Midfacial reconstruction using virtual planning, rapid prototype modeling, and stereotactic navigation.	Plast Reconstr Surg. 2010 Dec;126(6):2002-6.
35	Mazzoni (2010)	Simulation-guided navigation: a new approach to improve intraoperative three-dimensional reproducibility during orthognathic surgery.	J Craniofac Surg. 2010 Nov;21(6):1698-705.
36	Yu (2009)	Navigation-guided gap arthroplasty in the treatment of temporomandibular joint ankylosis.	Int J Oral Maxillofac Surg. 2009 Oct;38(10):1030-5.
37	Marmulla (2007)	Computer-assisted condyle positioning in orthognathic surgery.	J Oral Maxillofac Surg. 2007 Oct;65(10):1963-8.
외상 !	또는 이물제거(4		
38	Grobe (2009)	The use of navigation (BrainLAB Vector vision(2)) and intraoperative 3D imaging system (Siemens Arcadis Orbic 3D) in the treatment of gunshot wounds of the maxillofacial region.	Oral Maxillofac Surg. 2009 Sep;13(3):153-8.
39	Xing (2015)	Computed tomography navigation combined with endoscope guidance for the removal of projectiles in the maxillofacial area: a study of 24 patients.	Int J Oral Maxillofac Surg. 2015 Mar;44(3):322-8.
40	Eggers (2009)	Clinical use of navigation based on cone-beam computer tomography in maxillofacial surgery.	Br J Oral Maxillofac Surg. 2009 Sep;47(6):450-4.
41	Siebegger (2001)	Image guided surgical navigation for removal of foreign bodies in the head and neck.	J Craniomaxillofac Surg. 2001 Dec;29(6):321-5.



발행일 2019. 10. 31.

발행인 이영성

발행처 한국보건의료연구원

이 책은 한국보건의료연구원에 소유권이 있습니다. 한국보건의료연구원의 승인 없이 상업적인 목적으로 사용하거나 판매할 수 없습니다.

ISBN: 978-89-6834-577-7