

컴퓨터를 이용한 속도 조절형 치과 국소마취 기구: 문헌고찰

김영진, 이준형, 이강희, 김기덕, 정복영, 방난심, 박원서

연세대학교 치과대학 통합진료학과

Computer Controlled Local Anesthesia Delivery: Literature Review

Young-Jin Kim, Jun-Hyung Lee, Kang-Hee Lee, Kee-Deog Kim, Bock-Young Jung, Nan-sim Pang, Wonse Park

Department of Advanced General Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

Background: Today, there are computer controlled local anesthesia devices used clinically. The main principle is to control injection speed by computer aided system, and it relieves pain. However, there are few objective data considering this subject. In this literature review, we researched studies about computer controlled anesthetic delivery. We compared pain control effect of computer controlled to conventional local anesthetic syringe system.

Methods: A bibliographic search in PubMed was performed and we reviewed original articles.

Results: There were 18 publications that compared pain control effect of computer controlled to conventional system. There were 8 articles reported of children, similar pain control effect was found in 7 of them. One study showed superior pain control effect of computer controlled anesthetic delivery. For adults, 10 studies showed superior pain control effect in computer aided system.

Conclusions: Computer controlled anesthetic delivery has similar or superior pain control effect compared to conventional local anesthetic syringe system. For both children and adults, computer controlled anesthetic delivery could be clinically useful, still it may be more effective for adults.

Key Words: Computer controlled local anesthesia delivery; Local anesthesia; Pain control

서론

치과에 방문하는 모든 환자들은 치과 치료에 대한 공포를 가지고 있다. 환자가 치과에 공포를 느끼는 원인은 회전 기구의 소음과 진동, 치과 치료의 통증, 치과에서 사용하는 국소마취 주사에 대한 거부감 등을 들 수 있다[1,2]. 이 중 국소마취 주사에 대한 공포는 치과에 방문하는 환자가 불안을 느끼게 하는 가장 큰 원인이다[3]. 하지만 역설적으로 치과 국소마취는 치과 치료 중의 통증을 조절하기 위해 필수불가결한 요소이며, 현대 치과학에서 가장 중요한 기술 중 하나이다[4].

치과 국소 마취가 통증을 유발하는 원인은 주사침이 구강 점막을 통과할 때 발생하는 연조직의 미세 손상, 마취 용액이 퍼지면서 발생하는 압력, 마취 용액의 낮은 PH 등을 들 수 있다. 이러한 통증을 줄이기 위해서는 해부학적으로 적절한

국소 마취법을 시행하고, 적절한 온도에서 마취용액을 보관해야 하며, 멸균된 국소마취제를 사용해야 한다. 또한 도포 마취제를 사용하기도 하고, 주사침의 자입 속도를 늦추기도 하며, 마취용액의 PH를 높여주어 통증 감소를 도모하기도 한다[5].

최근 치과 임상 분야에서 국소 마취 시 경험하게 되는 각종 통증을 줄이기 위한 다양한 시도가 진행되고 있다. 그 중 기존의 일반적인 치과 마취 주사기를 개선하여 통증을 줄이고자 하는 시도가 활발하게 이루어지고 있으며, 컴퓨터를 이용한 국소마취 기기(Computer controlled local anesthesia

Received: 2013. 12. 9 • Revised: 2013. 12. 31 • Accepted: 2013. 12. 31
Corresponding Author: Wonse Park, Department of Advanced General Dentistry, Yonsei University College of Dentistry, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel: +82.2.2228.8980 Fax: +82.2.2227.8906 email: wonse@yuhs.ac
* 본 연구는 연세대학교 산학협력단 2012년도 신입교원 연구지원으로 이루어졌음 (8-2012-0082).

delivery, 이후 CCLAD)가 개발되어 다양한 제품이 출시되었다. 그 중 대표적인 기기로는 Wand[®] (Milestone Scientific, Livingston, NJ), CCS[®] (Midwest-ensply-anada), Quick-sleeper[®] (Dental Hi-Tec, Cholet France) 등이 있다. 컴퓨터를 이용한 국소마취기기의 기본 원리는 자입 속도를 술자의 손이 아닌, 컴퓨터를 이용하여 일정하게 조절할 수 있고, 이러한 속도 조절을 통해 통증을 경감시킨다고 알려져 있다. 하지만, 아직 이러한 컴퓨터를 이용한 국소마취 기기에 대한 객관적 자료는 부족한 편이다[6,7].

본 연구에서는 컴퓨터를 이용한 속도 조절형 주사기기에 대한 문헌 고찰을 통해 일반적인 치과 마취 주사기와의 통증 조절 효과를 비교하여 컴퓨터를 이용한 속도 조절형 주사 장치의 효과와 한계점에 대한 정보를 정리하고자 한다.

대상 및 방법

논문의 검색은 2명의 치과의사가 시행하였다. 논문을 검색한 엔진은 미국 국립의학도서관에서 제공하는 의학검색엔진인 Pubmed (NCBI Pubmed)를 이용하였다. 컴퓨터를 이용한 속도 조절형 국소마취 기기를 검색하기 위해 다음과 같은 검색어를 사용하였다. 논문의 언어는 영어로 된 것만을 선정하였고, 검색기간은 2000년 1월부터 2012년 12월까지로 하였다.

- ‘Computer local anesthesia’ or ‘WAND’
- ‘Traditional’ and ‘Computer local anesthesia’
- ‘Conventional’ and ‘Computer local anesthesia’

- ‘WAND’ and ‘traditional’
- ‘WAND’ and ‘conventional’
- ‘Comparison’ and ‘WAND’
- ‘Comparison’ and ‘Computer local anesthesia’
- ‘CCS’ or ‘Comfort Control Syringe’
- ‘Quicksleeper’

논문을 검색한 후, 연구 논문의 원문을 통해 그 내용을 평가하였다. CCLAD를 이용한 국소마취와 일반적인 치과마취 주사기를 이용한 결과를 임상적, 실험적으로 비교한 논문을 고찰하기 위해 1)의 조건을 만족하는 논문들을 문헌고찰에 포함시켰고, 2)와 3)에 해당되는 논문을 배제하였다.

- 1) 치과 국소 마취 영역을 대상으로 한 연구
- 2) CCLAD를 이용하여 사람이 아닌 다른 대상을 평가한 연구는 제외
- 3) CCLAD를 소개하거나 결과를 비교 대상 없이 평가한 연구는 제외

선택된 논문은 두 명의 독립된 치과의사가 리뷰어로서 참고문헌을 평가하였고, 제3의 리뷰어는 선정된 논문과 그 Data를 비교하였다. 세 명의 리뷰어의 동의를 통해 문헌 고찰에 합당한 논문만을 최종적으로 포함하여 객관성과 정확성을 도모하였다.

결과

해당 범주에 속하는 논문은 총 18편이었으며 연도별 목록은 Table 1과 같다.

Table 1. 문헌고찰 대상이 된 논문 리스트

일련 번호	저자	출판 연도	저널	제목
1	Saloum FS, Baumgartner JC, Marshall G, Tinkle J [7].	2000	Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology, Oral radiology, and endodontics	A clinical comparison of pain perception to the Wand and a traditional syringe
2	Rosenberg ES [8].	2002	Journal of esthetic and restorative dentistry	A computer-controlled anesthetic delivery system in a periodontal practice: patient satisfaction and acceptance
3	Ram D, Peretz B [9].	2003	Journal of dentistry for children	The assessment of pain sensation during local anesthesia using a computerized local anesthesia (Wand) and a conventional syringe
4	Lee S, Reader A, Nusstein J, Beck M, Weaver J [10].	2004	Anesthesia progress	Anesthetic efficacy of the anterior middle superior alveolar (AMSA) injection

일련 번호	저자	출판 연도	저널	제목
5	Loomer PM, Perry DA [11].	2004	Journal of the American Dental Association	Computer-controlled delivery versus syringe delivery of local anesthetic injections for therapeutic scaling and root planning
6	Nusstein J, Lee S, Reader A, Beck M, Weaver J [12].	2004	Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology, Oral radiology and endodontics	Injection pain and postinjection pain of the anterior middle superior alveolar injection administered with the Wand or conventional syringe
7	Palm AM, Kirkegaard U, Poulsen S [13].	2004	Pediatric dentistry	The wand versus traditional injection for mandibular nerve block in children and adolescents: perceived pain and time of onset
8	Klein U, Hunzeker C, Hutfless S, Galloway A [14].	2005	Journal of dentistry for children	Quality of anesthesia for the maxillary primary anterior segment in pediatric patients: comparison of the P-ASA nerve block using CompuMed delivery system vs traditional suprapariosteal injections
9	Sumer M, Misir F, Koyuturk AE [15].	2006	Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology, Oral radiology and endodontics	Comparison of the Wand with a conventional technique
10	Al Amoudi N, Feda M, Sharaf A, Hanno A, Farsi N [16].	2008	The Journal of clinical pediatric dentistry	Assessment of the anesthetic effectiveness of anterior and middle superior alveolar injection using a computerized device versus traditional technique in children
11	Versloot J, Veerkamp JS, Hoogstraten J [17].	2008	British dental journal	Pain behaviour and distress in children during two sequential dental visits: comparing a computerised anaesthesia delivery system and a traditional syringe
12	Yesilyurt C, Bulut G, Taşdemir T [18].	2008	British dental journal	Pain perception during inferior alveolar injection administered with the Wand or conventional syringe
13	Tahmassebi JF, Nikolaou M, Duggal MS [19].	2009	European archives of paediatric dentistry	A comparison of pain and anxiety associated with the administration of maxillary local analgesia with Wand and conventional technique
14	Yenisey M [20].	2009	Journal of applied oral science	Comparison of the pain levels of computer-controlled and conventional anesthesia techniques in prosthodontic treatment
15	Kandiah P, Tahmassebi JF [21].	2012	British dental journal	Comparing the onset of maxillary infiltration local anaesthesia and pain experience using the conventional technique vs. the Wand in children
16	Langhasa M, Yeluri R, Jain AA, Munshi AK [22].	2012	Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry	Comparison of the pain perception in children using comfort control syringe and a conventional injection technique during pediatric dental procedures
17	Ozer S, Yaltirik M, Kirli I, Yargic I [23].	2012	Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics	A comparative evaluation of pain and anxiety levels in 2 different anesthesia techniques: locoregional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system (Quicksleeper)
18	Shah M, Shivaswamy S, Jain S, Tambwekar S [24].	2012	Journal of Indian Society of Periodontology	A clinical comparison of pain perception and extent of area anesthetized by Wand and a traditional syringe

1. 소아를 대상으로 한 연구(Table 2)

소아를 대상으로 CCLAD와 통상적인 주사기를 이용한 국소마취방법을 비교한 연구는 아래와 같으며, 통증을 평가한 8편의 연구 중 7편의 연구에서 동일하게 두 방법이 차이가 없는 것으로 평가되었고 1편의 연구에서 우수한 것으로 평가되었다.

2. 성인을 대상으로 한 연구(Table 3)

성인을 대상으로 CCLAD와 통상적인 주사기를 이용한 국소마취방법을 비교한 연구는 아래와 같으며 그 결과, 10편의 연구에서 부분적으로 혹은 전반적으로 CCLAD를 사용한 것이 통증을 덜 느낀다고 보고하고 있다

고찰

CCLAD와 일반적인 치과마취 주사기를 임상적, 실험적으로 사용하여 결과를 비교한 논문을 Pubmed에서 검색한 결과

총 18편이 검색되었고 그 중 소아를 대상으로 한 연구는 8편, 성인을 대상으로 한 연구는 10편이었다. 소아에서 CCLAD와 통상적인 주사기를 이용한 국소마취방법은 주사침 자입시 통증과 마취 효과의 평가에서 대부분 비슷한 결과를 나타내었다. 성인의 연구에서는 CCLAD가 통상적인 주사기를 이용한 국소마취방법보다 주사침 자입 시 통증과 마취 약제의 주입 시 통증 평가에서 모두 우수한 효과를 나타내었다.

1. 소아를 대상으로 한 연구에 대한 고찰

소아를 대상으로 한 연구를 먼저 살펴보면 Langthasa 등의 [22] 연구는 CCLAD가 통증이 더 적은 것으로 보고하였다. Klein 등의[14] 연구에서는 주사침 자입 시 CCLAD가 통증이 더 적은 것으로 결과를 보고 하였으나, 해당 연구의 경우 CCLAD는 침윤마취법, 통상적인 주사기를 이용한 국소마취 방법은 치주인대 마취법으로 마취 방법이 달라 동일선상의 비교가 어렵다. 마취 효과의 측면에서 Al Amoudi 등의[16] 연구와 Kandiah 와 Tahmassebi의[21] 연구는 CCLAD와 통상적인 주사기를 이용한 국소마취방법이 차이가 없다는 결론

Table 2. 소아를 대상으로 한 CCLAD의 효과에 대한 문헌

저자	출판 연도	마취부위	마취 방법	환자	치과술식	평가내용	결과	평가 방법	기기 종류
Ram D, et al [9].	2003	All	I/A B/A	n=102	Operative	Pain	S	Children's reactions	WAND
Palm AM, et al [13].	2004	IAN	B/A	n=33	Operative	Pain	S	VAS	WAND
Klein U, et al [14].	2005	Maxillary primary anterior segment	I/A PDL	n=21	All	Pain	L S S	Disruptive behaviors	WAND
Al Amoudi N, et al [16].	2008	Maxillary primary molars	I/A	.	Pulpotomy, extraction	Anesthetic effectiveness	S	SEM	WAND
Versloot J, et al [17].	2008	All	B/A PDL I/A	n=147	NA.	Pain, Anxiety	S	VDS, VRS, CFSS-DS	WAND
Tahmassebi JF, et al [19].	2009	NA	NA	n=38	NA	Pain, Anxiety	S	VAS VDS	WAND
Kandiah P, et al [21].	2012	Maxillary premolar, molar	I/A	n=30	None	Anesthetic effectiveness, Pain	S	EPT VAS	WAND
Langthasa M, et al [22].	2012	NA	I/A	n=50	None	Pain	L	VAS FRS	CCS

B/A: block anesthesia, I/A: infiltration anesthesia, NA: not available, IAN: inferior alveolar nerve, PASA: palatal anterior superior alveolar, S: similar, L: lower, disruptive behaviors: body movements, crying, restraint, or dentist interference, VAS: visual analog scale, SEM: sound, eye, motor, VDS: venham distress scale, VRS: verbal rating scale, CFSS-DS: children's fear survey schedule-dental subscale, EPT: electric pulp tester, FRS: faces rating scale.

을 내었다. 하지만 Kandiah와 Tahmassebi의[21] 연구, Klein 등의[14] 연구, Palm 등의[13] 연구, Ram와 Peretz의[9] 연구 역시 표면적으로 통증을 평가하였지만 특정 술식의 전반에서 실험이 이루어지므로 내용상으로는 마취 효과의 평가를 포함한다고 할 수 있으며 이들의 연구에서도 둘 사이의 차이가 없다. 다만 Al Amoudi 등의 연구에서 사용된 통증 평가 방법인 SEM scale보다 Kandiah와 Tahmassebi의 연구에서 사용된 EPT가 더 객관적이라고 생각할 수 있으며, 따라서 Kandiah와 Tahmassebi의 연구가 더 유의한 결과를 내었다고 볼 수 있다.

국소 마취 중 나타나는 불안을 비교한 연구는 Tahmassebi 등의[19] 연구, Versloot 등의[17] 연구가 모두 CCLAD와 통상적인 주사기를 이용한 국소마취방법에서 차이가 없음으로 결과 보고 하였는데, 다만 Versloot 등의 연구에서 눈여겨 볼 것은 더 불안한 환자일수록 더 통증을 많이 느끼는 것으로 이 두 요인 사이의 상관관계를 보고하였다는 점이며 이를 미루어 볼 때 국소마취의 통증은 CCLAD와 통상적인 주사기를 이용한 방법의 차이에서 오는 외적요인보다는 주사 자체에 공포를 가지는 소아 환자의 특징에 따른 내적 요인에 의해 영향을 받을 수 있다. 상기의 연구에서 소아의 나이에 따른 결과의 차이는 발견되지 않으며, 마취 방법이나 마취 부위와 술식에 따라 유의한 차이가 있다고 결론지을 수 없었다. 다만 소아의 경우 평가 도구의 대부분이 환자의 반응과 행동을 주관적으로 평가하는 방법을 사용하고 있다. 이에 따라 평가 도구는 술자, 환자, 제 3자 혹은 다른 전문가 집단에 의해 복수로 평가되어 객관성의 획득을 도모하였지만 평가 방법이 가지는 주관성을 벗어날 수 없는 한계를 지니고 있다. 또한 소아는 CCLAD와 통상적인 국소 마취용 주사기의 사용과 무관하게 주사 행위 자체에 대한 공포가 성인보다 크다. 따라서 소아에서 국소마취의 효과와 통증의 상관관계를 객관적으로 평가하는 데에 한계가 있을 것으로 생각된다.

소아의 연구를 속도의 측면에서 다시 살펴보면 CCLAD와 통상적인 주사기를 이용한 국소마취 시 속도를 정확히 명기하지 않은 Tahmassebi 등의[19] 연구와 Versloot 등의[17] 연구에서는 비슷한 정도의 통증과 불안을 나타내었다. Kandiah와 Tahmassebi의[21] 연구, Palm 등의[13] 연구,

Ram과 Peretz의[9] 연구는 1 ml/min로 WAND[®]와 통상적인 주사법의 자입속도를 조절하였는데, 주사침 자입 시의 통증, 전반적 통증, 마취 효과에서 비슷한 결과를 나타내었다. 다만 Kandiah와 Tahmassebi의[9] 연구에서는 통상적인 주사기를 이용한 자입과 CCLAD의 국소 마취제의 전달 시간을 실제 측정하였을 때 평균값이 2.2 min/ml와 2.12 min/ml로 거의 비슷했지만, CCLAD의 편차가 적은 것으로 보아, CCLAD의 경우가 실제 환자에서 목표로 한 자입 속도를 유지하면서 더 안정적으로 국소 마취를 시행한 것으로 볼 수 있다. Al Amoudi 등의[16] 연구에서는 CCLAD에서 0.5 ml/min, 통상적인 주사기를 이용한 자입에서 1 ml/min로 자입 속도를 설정하였는데 마취 효과에서는 유사한 결과를 나타내었다. 즉, CCLAD는 통상적인 주사기를 이용한 국소마취법과 비교하였을 때 유사한 통증 조절이 가능하고 적절한 마취 효과를 가지며 더 안정적으로 국소 마취를 시행할 수 있다.

소아의 실험군을 나이별로 세분해 살펴보면, Klein 등의[14] 연구, Ram와 Peretz의[9] 연구, Tahmassebi 등의[19] 연구에서는 유아기에서 불안, 자입 시 통증 및 전반적 통증에서 CCLAD는 유사하거나 더 나은 결과를 나타내었다. Al Amoudi 등의[16] 연구와 Ram와 Peretz의[9] 연구는 학령기 아동을 대상으로, Kandiah와 Tahmassebi의[21] 연구, Palm 등의[13] 연구, Langthasa 등의[22] 연구는 학령기와 청소년기의 아동을 대상으로 연구를 시행하였는데, Langthasa 등의 연구에서는 CCLAD가 우수한 결과를 보였고, 다른 모든 연구에서 CCLAD는 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 CCLAD는 소아의 연령대에 관계없이 술식 전반의 통증 조절에 효과가 있다고 할 수 있지만, 마취나 치과술식에 관한 설명이 어려운 유아기보다는 학령기나 청소년기에서 더 효과적이라 생각할 수 있다.

조사된 모든 소아의 실험에서 마취 전 도포 마취가 실험에 선행되었고, 치과국소마취와 술식 전반이 부모와 소아에게 쉬운 용어로 설명되어 술전 불안 해소를 도모하였다. 이러한 적절한 술전 불안의 조절이 선행되었을 때 성공적인 국소마취와 통증조절이 가능할 것으로 생각된다.

2. 성인을 대상으로 한 연구에 대한 고찰

성인을 대상으로 한 연구에서는 Sumer 등의[15] 연구, Yenisey의[20] 연구는 주사침 자입시와 마취제 주입 시 모두에서 CCLAD가 우수한 결과를 보이는 것으로 보고하였고, Nusstein 등은[12] 주사침의 자입에서는 비슷하지만 마취제가 퍼질 때 CCLAD가 통증을 덜 느끼게 하는 것으로 결과를 보고하였다. 이는 속도조절이 가능한 CCLAD가 마취 용액이

퍼지면서 발생하는 압력을 줄여준다는 이론적 가설을 입증해주는 결과라 할 수 있다. 하지만 Saloum 등의[7] 연구는 그 대상자가 치과 대학생과 치위생과 학생 및 대학원생으로 취약한 피험자 군에 속한다 할 수 있고, 대상자의 연령이 21세에서 36세로 젊은 층에 한정되어 있고 남자가 여자에 비해 2배가량 많아서 실험의 결과를 일반화하기는 힘들다. Nusstein 등의[12] 연구는 응급과 통상의 근관 치료를 시행하는 환자를 동일선상에서 비교하였는데, 두 환자군은 초기의

Table 3. 성인을 대상으로 한 CCLAD 의 효과에 대한 문헌

저자	출판 연도	마취부위	마취 방법	환자	치과술식	평가내용	결과	약제	평가 방법	기기 종류
Saloum FS, et al [7].	2000	Maxillary Premolar Mandibular IAN	I/A B/A	n=40	None	Pain	L	Mep	4-point VAS	WAND
Rosenberg ES [8].	2002	Random	PDL B/A I/A	n=150	Periodontal practice	Patient satisfaction and acceptance	SU	NA	4 point scale	WAND
Lee S, et al [10].	2004	AMSA	I/A	n=40	None (healthy teeth)	Anesthetic Efficacy	SU (Except central incisor) SIM SIM	Lido	EPT	WAND
Loomer PM, et al [11].	2004	Maxillary area	I/A	n=20	Periodontal practice	Pain Anesthetic Efficacy	L (GP, NP) SIM	Lido	VAS VRS	WAND
Nusstein J, et al [12].	2004	AMSA	I/A	n=40	Endodontic Treatment	Pain	SIM SU PA	Lido	VAS	WAND
Sumer M, et al [15].	2006	Mandibular IAN	B/A	n=52	Simple extraction.	Pain, Anxiety	L L PA	NA	PRS VAS DAS	WAND
Yesilyurt C, et al [18].	2008	Mandibular IAN	B/A	n=40	Operative procedures	Pain, Anxiety, Patient preference	L MO	NA	PRS VAS	WAND
Yenisey M [20].	2009	AMSA	I/A	n=16	Prosthodontic Treatment	Pain	SU SU SIM	Arti	VRS	WAND
Ozer S, et al [23].	2012	Mandibular area	IO IAN B/A	n=40	3 rd molar Surgical Extraction	Pain Anesthetic effect	SU	Arti (2%)	VAS	Quicks leeper
Shah M, et al [24].	2012	AMSA	I/A	n=10	Periodontal surgical treatment	Pain	L	NA	VAS probing	WAND

IAN: inferior alveolar nerve, AMSA: anterior middle superior alveolar, B/A: block anesthesia, I/A: infiltration anesthesia, GP: great palatine, NP: naso palatine, L: less pain, SU: superior, SIM: similar, MO: more preferred, PA: painful, Low: Lo, Mepi: 3% Mepivacaine plain, Lido: 2% Lidocaine with 1:100,000 epinephrine, Arti: 4% Articaine with 1:200,000 epinephrine, VAS: visual analog scale, 4 point scale: superlative, positive, or somewhat positive, negative, EPT: electric pulp tester, VRS: verbal rating scale, PRS: pain rating scale, DAS: dental anxiety scale, NA: Not available.

VAS(Visual Analogue Scale, 이하 VAS)값과 환자의 불안 정도에도 차이가 있을 것으로 생각된다. 환자의 선호도를 조사한 Rosenberg의[8] 연구와 Yesilyurt 등의[18] 연구 둘 모두에서 CCLAD가 통상적인 방법보다 선호되었다. 다만 Rosenberg의 연구에서의 평가 항목 superlative, positive, or somewhat positive, negative의 4단계인데 이 중 부정적인 항목이 1단계이고 긍정적인 항목은 3단계로 이 평가 방법은 아주 부정적인 사람을 제외한 사람을 긍정적인 것으로 평가하고 있다.

마취 효과의 경우 건강한 차이를 대상으로 한 Lee 등의[10] 연구에서는 발현 시간과 지속 시간에서 두 방법이 유의한 차이를 보이지 않았지만, 상악 전치부와 소구치부에서 대체로 CCLAD의 효용이 높았다. Loomer와 Perry의[11] 연구, Shah 등의[24] 연구로 미루어 볼 때 치주 치료를 위한 침윤 마취의 경우는 수술적 비수술적 처치 모두에서 유의한 차이가 없었다. 마취법에 따른 비교를 해 보면 통증의 평가에서 모든 마취법을 임의로 시행한 Rosenberg의[8] 연구, Saloum 등의[7] 연구에서 환자들은 CCLAD에서 통증을 덜 느끼거나 선호도가 높았다. AMSA(anterior middle superior alveolar, 이하 AMSA) block을 위해 구개 마취를 시행한 실험인 Nusstein 등의[12] 연구, Shah 등의[24] 연구, Yenisey의[20] 연구에서도 CCLAD의 pain이 더 적었고, 하악의 전달마취법이 시행된 Sumer 등의[15] 연구와 Yesilyurt 등의[18] 연구에서도 pain이 적어서, 적어도 이상의 논문들에서는 CCLAD가 침윤 마취와 전달 마취에서, 상악과 하악 모두에서 통상적인 방법보다 우수한 것으로 생각할 수 있다. 또한 Loomer와 Perry의[11] 연구에서는 대구개 신경과 비구개 신경을 마취할 때 상악의 다른 신경의 마취에서보다 더 유의한 차이를 보였는데, 이는 점막이 두꺼운 구개부의 마취시 속도와 압력을 더 잘 조절할 수 있는 CCLAD가 더 유리한 것으로 생각해 볼 수 있다. Ozer 등의[23] 연구는 하악 대구치의 발치에서 전통적인 마취법으로 하치조신경 전달마취를, CCLAD로 골내마취를 시행하였는데 통증조절의 측면에서 CCLAD가 통상적인 방법보다 우수한 효과를 나타내었다. 다만 골내마취법의 경우 자입 시간이 더 길게 소요되며, 주사바늘이 마취 중 막힐 가능성이 있으며 하치조신경 전달마취에 비해 마취

시간이 짧아 시간이 길게 소요되는 술식에는 부적합한 것으로 평가되었다.

성인의 연구를 속도의 측면으로 다시 살펴보면 CCLAD는 침윤마취와 전달마취에서 0.015 ml/s의 속도를 이용했다. 반면 통상적인 주사기를 이용한 국소마취의 마취액 자입속도는 실험에 따라 차이가 있다. Rosenberg의[8] 연구, Shah 등의[24] 연구, Yenisey의[20] 연구는 통상적인 주사기를 이용한 국소마취의 자입 속도를 명확히 설정하지 않았으며 통상적인 마취법을 따랐다. 이 연구들의 결과는 CCLAD의 주사침 자입과 마취액 주입의 통증이 더 적고 환자에게 더 선호되는 것으로 보고하고 있는데, 이는 속도를 조절하였을 경우 조절하지 않았을 때에 비해 통증이 경감되는 것으로 볼 수 있다. Saloum 등의[7] 연구, Sumer 등의[15] 연구, Yesilyurt 등의[18] 연구는 통상적인 주사기를 이용한 국소 마취 시 자입 속도를 CCLAD의 2배 정도로 설정하였다. 이 세 연구의 결과에서 주사침 자입시의 통증, 마취액 주입시의 통증, 환자의 불안이 줄어들었으며 환자는 CCLAD를 선호하였다. 이는 속도를 줄이는 것이 통증의 감소에 기여한다는 결과이다. Lee 등의[10] 연구, Loomer와 Perry의[11] 연구, Nusstein의[12] 연구는 통상적인 방법에서 대표적인 CCLAD인 WAND[®]의 과정을 그대로 모사하였다.

WAND[®]는 주사침 자입 단계에서 0.08 ml을 주입한 후 마취제 주입 단계에서 1.32 ml를 자입하며, 두 단계 모두 0.015 ml/s로 동일하게 유지한다. 또한 구개점막에 주사침 자입 시에는 더 높은 압력이 요구된다. 결과적으로 두 방법을 비교해 보면, 구개부의 마취 시 주사침 자입 단계에서는 자입 시 요구되는 높은 압력으로 인해 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 마취액 주입 단계에서는 일정한 속도를 유지할 수 있는 WAND를 사용 시 더 우수한 결과를 보였고, AMSA block의 성공률도 더 높았으며, 부위별로는 대구개 신경과 비구개 신경의 전달마취에서 특히 통증을 줄일 수 있었다. 이는 마취액 주입 단계의 긴 시간동안 발판에 의한 컴퓨터의 속도 조절에 비해 통상적인 주사기를 이용할 때 술자의 손으로 속도를 조절하는 것이 불리함을 반영하며 이는 특히 구개부의 마취에서 더 차이가 큰 결과를 나타내었다.

Table 4. 현재 출시된 CCLAD의 비교

제품명	제조사	구성	무게, 둘레 (conventional: 80 g, 36 mm)	Flow rate (ml/s)	Local Anesthesia type	비고
Wand Plus [®]	Milestone Scientific (USA)	- Table-top base unit (cartilidge inside) - Footpedal (footcontrol) - handpiece, disposable needle	Extremely light handpiece (17 mm)	0.005 0.03 0.06	PDL, Palatal I/A Buccal I/A and B/A Practitioner request	Aspiration 5s per cycle
QUICK SLEEPER [®]	DentalHiTec (France)	- Built-in motor in the syringe/handpiece - Control unit - Double foot pedal	Handpiece (240 mg)	4 programmed injection speeds	I/A, I/S, PDL, palatalomerve B/A, O/C and T/C	Trans-cortical
COMFORT CONTROL SYRINGE	Dentsply (USA)	- BaseUnit - Syringe	Handpiece (112 mm)	5 different injections 0.008 to 0.017	I/A, B/A, PDL, I/O and palatal	Aspiration vibration

B/A: block anesthesia, I/A: infiltration anesthesia, I/S: intraseptal, O/C: osteocentral anesthesia, T/C: transcortical anesthesia, I/O: intraosseous anethesia.

3. CCLAD에 관한 고찰

CCLAD에 관한 기존의 연구 중 CCLAD와 통상적인 주사기를 이용한 국소마취법의 통증조절 효과를 비교한 논문은 18편이었고 그 중 WAND[®]를 이용한 연구가 16편, CCS[®]를 이용한 연구가 1편, Quicksleeper[®]를 이용한 연구가 1편이었다.

1997년 Milestone Scientific (Piscataway, NJ, USA)가 처음으로 WAND[®]를 소개한 이래 몇몇 회사에서 컴퓨터를 이용한 속도 조절형 국소 마취 기구를 개발하여 현재까지 사용되고 있고 대표적인 제품을 조사, 비교하였다.

가장 전통적인 제품인 WAND[®]는 가장 가볍고 둘레가 통상적인 마취 주사기의 절반 정도로 술자가 다루기 쉽다. 반면 Quicksleeper[®]와 CCS[®]는 크기와 무게가 통상적인 마취 주사기의 3배 정도로 손이 작은 술자가 다루기 다소 어려워 보인다. 이는 WAND[®]의 경우 주사기가 본체에 내장되어 있는 반면 Quicksleeper[®]와 CCS[®]의 경우 주사기와 모터가 핸드피스에 포함되어 있기 때문이다. 따라서 WAND[®]는 카트리지가 본체에 내장되어 마취 중 어시스트가 카트리지를 교체하는 것이 가능한 장점이 있지만, 튜브에 있는 0.3-0.4 ml의 마취액이 소실되며 구성품의 종류가 많고 일반적인 주사침을 사용하는 것이 불가능하다. 가격은 Quicksleeper[®]가 가장 비싸고 CCS[®]와 WAND[®]가 상대적으로 저렴한데 제품의 소매가는 국가와 판매처에 따라 다소 차이가 있었다. 마취

액의 유입 속도는 WAND[®]의 경우 3단계, Quicksleeper[®]는 4단계, CCS[®]는 5단계로 CCS[®]가 가장 다양한 주입 속도의 조절이 가능하며 세 제품 모두 치주인대 마취부터 전달 마취까지 가능하다. WAND[®]와 CCS[®]의 경우 흡인이 가능한데, 새로 개발된 WAND PLUS[®]의 흡인 시간이 5초로 WAND[®]의 14초에 비해 많이 개선되었지만 여전히 길다. Quicksleeper[®]는 피질골의 천공이 가능해 골내마취가 가능하다. 한편 CCS[®]는 미세진동을 일으키는 모터가 핸드피스에 내장되어 있는 장점이 있다.

CCLAD가 통증을 경감시킬 수 있는 원리는 다음과 같다. 우선 마취액의 자입속도를 조절 가능하므로 소량의 마취제가 지속적으로 느린 속도로 자입되면 후방의 마취액이 흘러들어 오기 전에 주사침 바로 앞의 조직이 마취되므로 마취액은 이미 마취된 조직으로 자입이 되고 이런 일련의 과정을 통해 환자는 통증을 덜 느끼게 된다[25].

WAND의 경우 주사기의 크기가 작아서 핸드피스를 잡는 손가락이 최대한 자입부에 가까이 위치할 수 있어서 이는 더 정밀한 주사침의 자입을 가능하게 한다[26]. 또한 WAND는 주사침의 자입 동안 핸드피스가 전후방으로 회전하도록 고안 되어 있어서 손잡이의 축방향에 주사침의 방향이 일치하지 않았을 때 발생할 수 있는 주사침의 휘어짐을 줄여 줄 수 있다[25]. Yenisey의[20] 연구와 Langthasa 등의[22] 연구에서 주사침 자입 시의 통증이 CCLAD에서 더 감소된 결과가 이를 대변한다고 할 수 있다.

본 연구는 논문의 검색이 systematic review가 아니고, 영문 논문만 검색하였으며 검색어가 더 있을 가능성이 있다는 점에서 한계점을 가진다. 또한 논의된 연구들은 대부분 WAND를 이용한 연구로 CCLAD 간의 비교는 힘들다. 현재 국내 생산되는 CCLAD도 사용되고 있어, 국내에서 출시된 기기들을 이용한 통증조절 효과에 관한 연구가 진행된다면 향후 CCLAD의 사용에 도움이 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Kleinknecht RA, Klepac RK, Alexander LD: Origins and characteristics of fear of dentistry. *J Am Dent Assoc* 1973; 86(4): 842-8. PubMed PMID: 4511174.
2. Graham ML, Herndon JE 2nd, Casey JR, Chaffee S, Ciocci GH, Krischer JP, et al: High-dose chemotherapy with autologous stem-cell rescue in patients with recurrent and high-risk pediatric brain tumors. *J Clin Oncol* 1997; 15(5): 1814-23. PubMed PMID: 9164190.
3. Milgrom P, Mancl L, King B, Weinstein P: Origins of childhood dental fear. *Behav Res Ther* 1995; 33(3): 313-9. PubMed PMID: 7726808.
4. Davis MJ, Vogel LD: Local anesthetic safety in pediatric patients. *N Y State Dent J* 1996; 62(2): 32-5. PubMed PMID: 8850195.
5. Malamed SF: Local anesthesia. *J Calif Dent Assoc* 1998; 26(9): 657, 660. PubMed PMID: 9879233.
6. Hochman M, Chiarello D, Hochman CB, Lopatkin R, Pergola S: Computerized local anesthetic delivery vs. traditional syringe technique. *N Y State Dent J* 1997; 63(7): 24-9. PubMed PMID: 9297957.
7. Saloum FS, Baumgartner JC, Marshall G, Tinkle J: A clinical comparison of pain perception to the Wand and a traditional syringe. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89(6): 691-5. PubMed PMID: 10846122.
8. Rosenberg ES: A computer-controlled anesthetic delivery system in a periodontal practice: patient satisfaction and acceptance. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14(1): 39-46. PubMed PMID: 11915394.
9. Ram D, Peretz B: The assessment of pain sensation during local anesthesia using a computerized local anesthesia (Wand) and a conventional syringe. *J Dent Child (Chic)* 2003; 70(2): 130-3. PubMed PMID: 14528773.
10. Lee S, Reader A, Nusstein J, Beck M, Weaver J: Anesthetic efficacy of the anterior middle superior alveolar (AMSA) injection. *Anesth Prog* 2004; 51(3): 80-9. PubMed PMID: 15497297. Pubmed Central PMCID: 2007480.
11. Loomer PM, Perry DA: Computer-controlled delivery versus syringe delivery of local anesthetic injections for therapeutic scaling and root planing. *J Am Dent Assoc* 2004; 135(3): 358-65. PubMed PMID: 15058627.
12. Nusstein J, Lee S, Reader A, Beck M, Weaver J: Injection pain and postinjection pain of the anterior middle superior alveolar injection administered with the Wand or conventional syringe. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 98(1): 124-31. PubMed PMID: 15243483.
13. Palm AM, Kirkegaard U, Poulsen S: The wand versus traditional injection for mandibular nerve block in children and adolescents: perceived pain and time of onset. *Pediatr Dent* 2004; 26(6): 481-4. PubMed PMID: 15646908.
14. Klein U, Hunzeker C, Hutfless S, Galloway A: Quality of anesthesia for the maxillary primary anterior segment in pediatric patients: comparison of the P-ASA nerve block using CompuMed delivery system vs traditional suprapariosteal injections. *J Dent Child (Chic)* 2005; 72(3): 119-25. PubMed PMID: 16568918.
15. Sumer M, Misir F, Koyuturk AE: Comparison of the Wand with a conventional technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 101(6): e106-9. PubMed PMID: 16731373.
16. Al Amoudi N, Feda M, Sharaf A, Hanno A, Farsi N: Assessment of the anesthetic effectiveness of anterior and middle superior alveolar injection using a computerized device versus traditional technique in children. *J Clin*

- Pediatr Dent 2008; 33(2): 97–102. PubMed PMID: 19358373.
17. Versloot J, Veerkamp JS, Hoogstraten J: Pain behaviour and distress in children during two sequential dental visits: comparing a computerised anaesthesia delivery system and a traditional syringe. *Br Dent J* 2008; 205(1): E2; discussion 30–1. PubMed PMID: 18493254.
 18. Yesilyurt C, Bulut G, Tasdemir T: Pain perception during inferior alveolar injection administered with the Wand or conventional syringe. *Br Dent J* 2008; 205(5): E10; discussion 258–9. PubMed PMID: 18791585.
 19. Tahmassebi JF, Nikolaou M, Duggal MS: A comparison of pain and anxiety associated with the administration of maxillary local analgesia with Wand and conventional technique. *Eur Arch Paediatr Dent* 2009; 10(2): 77–82. PubMed PMID: 19627671.
 20. Yenisey M: Comparison of the pain levels of computer-controlled and conventional anesthesia techniques in prosthodontic treatment. *J Appl Oral Sci* 2009; 17(5): 414–20. PubMed PMID: 19936518.
 21. Kandiah P, Tahmassebi JF: Comparing the onset of maxillary infiltration local anaesthesia and pain experience using the conventional technique vs. the Wand in children. *Br Dent J* 2012; 213(9): E15. PubMed PMID: 23138830.
 22. Langthasa M, Yeluri R, Jain AA, Munshi AK: Comparison of the pain perception in children using comfort control syringe and a conventional injection technique during pediatric dental procedures. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2012; 30(4): 323–8. PubMed PMID: 23514685.
 23. Ozer S, Yaltirik M, Kirli I, Yargic I: A comparative evaluation of pain and anxiety levels in 2 different anesthesia techniques: locoregional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system (Quicksleeper). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 114(5 Suppl): S132–9. PubMed PMID: 23063389.
 24. Shah M, Shivaswamy S, Jain S, Tambwekar S: A clinical comparison of pain perception and extent of area anesthetized by Wand(®) and a traditional syringe. *J Indian Soc Periodontol* 2012; 16(2): 207–12. PubMed PMID: 23055586. Pubmed Central PMCID: 3459500.
 25. Hochman MN, Friedman MJ: An in vitro study of needle force penetration comparing a standard linear insertion to the new bidirectional rotation insertion technique. *Quintessence Int* 2001; 32(10): 789–96. PubMed PMID: 11820047.
 26. Friedman MJ, Hochman MN: A 21st century computerized injection system for local pain control. *Compend Contin Educ Dent* 1997; 18(10): 995–1000, 1002–3; quiz 1004. PubMed PMID: 9533309.