



Journal of Korean Society of Dental Hygiene

Review Article

Caries management by risk assessment (CAMBRA)의 발전; CRA 업데이트

이수영 ^{ORCID}

남서울대학교 치위생학과

The development of CAMBRA; Updated CRA

Su-Young Lee ^{ORCID}

Department of Dental Hygiene, Namseoul University



Corresponding Author: Su-Young Lee, Department of Dental Hygiene, Namseoul University, 91 Daehak-ro, Seonghwan-eup, Seobuk-gu, Cheonan, 31020, Korea. Tel : +82-10-9110-2560, Fax : +82-41-580-2927, E-mail : batty96@nsu.ac.kr

Received: May 31, 2021

Revised: June 28, 2021

Accepted: July 26, 2021

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the caries management by risk assessment (CAMBRA) development process and the latest updated caries risk assessment for the domestic settlement of the CAMBRA program and the activation of dental clinics. A system for CAMBRA was published in California Dental Association (CDA) in 2007. To investigate whether CAMBRA can be successfully implemented outside a university setting, a practice-based research network (PBRN) was created in the San Francisco Bay Area. Based on the CAMBRA-PRAN clinical studies, the caries risk assessment (CRA) tool was updated for patients aged 6 through adults in 2019. The CAMBRA system is expected to be widely and actively used in the dental field in Korea to contribute to oral health care.

Key Words: Caries management by risk assessment (CAMBRA), Clinical protocols, Dental hygienist, Risk assessment, Update

색인: 업데이트, 우식위험평가, 임상 프로토콜, 치과위생사, 캠프라

서론

치과진료의 패러다임이 'Surgical model'에서 'Medical model'로 전환되면서[1] 전통적인 수복 중심의 치과치료에서 질병 과정을 관리하는 예방중심으로 변화되고 있다. 특히 치아우식증은 다양한 요인에 의해 발생하는 감염성 질환으로 유년기에 가장 흔히 발생하여 일생동안 영향을 미치므로 예방관리가 무엇보다 필요하다.

미국에서는 우식예방을 위해 체계적인 치아우식관리 시스템인 CAMBRA (Caries management by risk assessment)를 소개하고 치과임상에서도 적극 활용하고 있다[2]. CAMBRA 시스템은 우식위험평가 (Caries risk assessment, CRA)와 임상가이드라인으로 구성되며, 절차는 개인의 우식위험평가(CRA)를

시행한 다음, 우식균형(Caries balance) 개념에 따라 우식위험수준이 저위험, 중위험, 고위험, 초고위험으로 결정되고 각 위험수준별 임상가이드라인에 따라 치아우식을 관리하는 방식이다[3]. CAMBRA 모델은 만 0-5세와 만 6세-성인 두 연령군으로 구분되며[4], 우식위험평가(CRA) 양식은 위험요인, 보호요인, 질병 지표 등 3가지 요인으로 구성되어 있다. 두 연령군의 요인별 평가 항목은 비슷하지만, 만 0-5세 대상자는 스스로 의사결정이나 우식관리법을 습득하기 어렵기 때문에 아이와 양육자를 함께 평가하는 문항들이 다수 있으며, 중재 또한 아이와 양육자에게 동시에 제공된다[5].

치과진료의 패러다임이 변화한지도 10년 이상 되었고, CAMBRA도 20년 이상의 세월이 흘렀다. 그 동안 수많은 논문들이 저널에 발표되었고, 워크숍, 포럼 등이 개최되어 CAMBRA 시스템을 공고히 하고 치과임상에서 사용할 수 있는 충분한 근거를 마련하였다. 또한 CAMBRA 임상 데이터를 수집하기 위해 미국 샌프란시스코 베이 지역에 임상기반의 CAMBRA 연구 네트워크(practice-based research network, PBRN)가 설립되었고[6], 여기서 수집된 임상결과를 바탕으로 최근에 우식위험평가(CRA) 양식이 2019 버전으로 업데이트 되었다[7].

국내에서는 이[8]가 2009년도에 소아치과에서 CAMBRA 모델의 일부를 응용한 내용을 처음으로 소개하였고 그 후 조[9]가 2012년도에 CAMBRA 프로그램의 원리와 개발과정, 프로토콜과 관리방법 등을 심도 있게 소개하며 CAMBRA 프로그램 도입 필요성에 대해 강조하였다. 이 외에도 2013년도에 Ramos-Gomez[10]등은 소아치과의 새로운 비전으로 CAMBRA 사용에 대해서 언급하였으며, 김[11]은 우식위험 평가에 근거한 한국형 치아우식증 관리 모델을 제시하였다. 그러나 아직까지 국내에서는 CAMBRA 프로그램이 정착되지 못하고 있으며[10,12] 치의학 및 치위생 교과서에도 간단히 수록되어 있으나 일부 대학에서 소개에 그치고 있는 실정이다.

CAMBRA모델은 근거-기반이며 환자중심의 체계적인 우식관리 프로그램이다[9]. CAMBRA의 모든 과정에서 치과위생사는 핵심적인 역할을 하게 되며 이를 통해 치과위생사의 전문성을 강화시킬 수 있다. CAMBRA 프로그램의 활성화를 위해서는 CAMBRA 개념에 대한 이해가 우선되어야 하며 CAMBRA를 임상에 적용한 최신 연구동향을 파악하여 치의학, 치위생 교육에서 먼저 다루어야 될 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 CAMBRA 시스템의 국내 정착과 치과임상에서의 활성화를 위해 CAMBRA 발전과정을 돌아보고 특히 최신 업데이트된 우식위험평가(CRA) 내용을 상세히 파악하여 치과임상 및 교육에서 적용될 수 있도록 기초 자료를 제공하고자 한다.

본론

1. CAMBRA 발전과정

CAMBRA는 24년전인 1997년에 John D.B. Featherstone (UCSF)교수가 캘리포니아주 국립 보건연구소에 우식 관리에 대한 예방적 접근으로 최초의 임상시험을 신청하면서 시작되었다[13]. 이 연구가 훗날 CAMBRA의 시초가 된 것이다. 2002년에 CAMBRA 용어를 처음 사용하게 되었고, 4월에 캘리포니아치과의사협회(California Dental Association, CDA)에서 우식예방 컨퍼런스를 개최하여 전문가들이 우식 예방 실천에 관해 검토하게 되었다. 이듬해 2003년 CDA저널에 ‘Cariology in the new world order: 수복에서 예방으로 전환’이라는 제목으로 CAMBRA 관련 논문이 처음으로 게재되었다[14]. 그 당시 목표는 CAMBRA를 통해 치과임상실무에 예방적 표준을 평가하는 도구를 제공하는 것이었다. 그 후 치과의사 및 스텝의 실무 교육, 미국 치과대학에 표준화된 우식학 교육과정 개발, 면허과정에 CAMBRA원칙을 포함하도록 강조하였다.

2007년 CDA저널 10월호와 11월호에서 CAMBRA의 임상 프로토콜이 발표되어 치과위생사 및 진료 스텝들이 환자의 구강건강을 돕기 위한 실천 가이드라인을 제공할 수 있게 되었다[15]. 2011년 1월에는 CDA 재단에서 구강병 관리를 위한 심포지엄이 개최되었고, 10월에는 6년간의 후향적 연구 결과로 CAMBRA 우식위험평가(CRA)의 타당성을 검증하는 최초의 논문을 CDA 저널에 발표했다[16]. 치과 모든 영역을 통합하는 전문가들로 CAMBRA 협의체가 구성되고 2015년부터는 매년 회의를 개최하고 있으며 2018년도에는 미국우식학회(American Academy of Cariology, AAC)와 함께 공동으로 연례행사를 개최하였다. 또한 샌프란시스코 베이 지역에서 임상기반의 연구 네트워크 CAMBRA-PBRN이 설립되었고, 여기서 수집된 최신의 임상연구 결과와 업데이트 된 CAMBRA 우식위험평가 양식이 포함된 시리즈 논문이 최근 발표되었다<Fig. 1>[15].

이처럼 CAMBRA가 지속적으로 발전할 수 있었던 것은 Featherstone교수를 주축으로 한 UCSF 치과대학 구성원들의 노력과 CDA의 지원이라고 할 수 있겠다. 특히 CDA에서는 CAMBRA를 채택하고 지원하기 위해 정책 의사결정자들의 참여를 유도하고, 치과임상에서 쉽게 접근할 수 있도록 최신 CAMBRA 프로토콜을 제공하고 있다.

현재 CAMBRA는 UCSF의 상표로 등록되어 있다[13].



Fig. 1. Development process of CAMBRA

2. CAMBRA의 구성요소

1) 우식위험평가(Caries Risk Assessment, CRA)

CAMBRA의 우식위험평가(CRA) 양식은 질병지표, 위험요인, 보호요인으로 구성되어 있으며 이 세 가지 요인을 평가하는 것이 CAMBRA 이론의 핵심이다[10]. Ramos-gomez 등[2]은 우식위험평가(CRA)가 치아우식 관리에 있어서 무엇보다 중요한 요소이며, 치료의 기준으로 고려할 수 있고 구강검진의 한 부분으로 포함되어야 한다고 강조하였다. 우식위험평가(CRA)의 목표는 우식관리의 첫 단계로 우식위험수준에 따라 대상자를 배정하는 것이다.

우식위험평가(CRA)는 기본적인 내용은 유사하지만 사용하는 환경에 따라 얼마든지 변화될 수 있다. 대표적으로 캘리포니아치과 의사협회(CDA) 양식, 미국치과 의사협회(American Dental Association, ADA) 양식, 미국소아치과 학회(American Academy of Pediatric Dentistry, AAPD) 양식이 있다.

ADA 양식은 기여요인, 전신건강 상태, 임상적 상태로 구성되어 있으며, 저위험, 중위험, 고위험으로 분류할 수 있는 도구로써, 만 0-6세 환자와 만 6세 이상 환자에게 각각 적용할 수 있게 두 가지 형태로 개발하였다. 이 도구는 ADA 웹 사이트에서 무료로 배포하고 있다[17].

AAPD 양식은 생물학적요인, 보호요인, 임상소견으로 구성되고, 만 0-3세 영아, 만 0-5세 영유아, 만 5세 이상 아동에게 적용할 수 있는 3가지 형태의 도구를 개발하였다. 만 0-3세 영아를 대상으로 한 도구는 치과 전문가가 아닌 다른 분야의 의료진을 위해 개발된 것이며, 위험군 판정을 저위험, 고위험 두 가지로 판정

할 수 있게 하였다. 만 0-5세 영유아, 만 5세 이상 아동을 대상으로 한 도구는 치과 전문가를 위해 개발된 것으로 저위험, 중위험, 고위험으로 판정할 수 있게 만들었다. 이 양식 또한 AAPD 웹 사이트에서 무료로 배포 중이다[18]. CDA 양식은 우식경험과 우식활성도를 나타내는 질병지표, 우식진행과 우식발생위험을 증가시키는 위험요인, 치아경조직이 탈회되는 것을 예방하고 위험요인을 상쇄하기 위한 보호요인으로 구성되어 있다. 연령군은 만 0-5세, 만 6세-성인용으로 구분하고, 이 도구를 활용하여 저위험, 중위험, 고위험, 초고위험으로 판정할 수 있다[19]. Doméjean 등[16]은 환자 12,954명을 대상으로 후향적 연구를 진행하여 CDA 우식위험평가(CRA) 도구의 예측타당도를 입증하였다.

우식위험평가(CRA)는 2007년 CDA저널에 처음 소개되었고[20], 만 6세-성인 우식위험평가(CRA) 양식은 질병지표 4문항, 위험요인 9문항, 보호요인 11문항으로 임상검사와 설문을 통해 완성된다<Fig. 2>. 반면 만 0-5세 우식위험평가(CRA) 양식은 질병지표 4문항, 위험요인 8문항, 보호요인 6 문항으로 부모의 임상검사와 설문문항이 추가되어 있다<Fig. 3>.

Caries Risk Assessment Form — Children Age 6 and Over / Adults			
Patient Name: _____		Chart#: _____	
Date: _____			
Disease Indicators (Any one "YES" signifies likely "High Risk" and to do a bacteria test")	YES =CIRCLE	YES =CIRCLE	YES =CIRCLE
Visible cavities or radiographic penetration of the dentin	YES		
Radiographic approximal enamel lesions (not in dentin)	YES		
White spots on smooth surfaces	YES		
Restorations last 3 years	YES		
Risk Factors (Biological predisposing factors)			
MS and LB both medium or high (by culture")		YES	
Visible heavy plaque on teeth		YES	
Frequent snack (> 3x daily between meals)		YES	
Deep pits and fissures		YES	
Recreational drug use		YES	
Inadequate saliva flow by observation or measurement (If measured, note the flow rate below)		YES	
Saliva reducing factors (medications/radiation/systemic)		YES	
Exposed roots		YES	
Orthodontic appliances		YES	
Protective Factors			
Lives/work/school fluoridated community			YES
Fluoride toothpaste at least once daily			YES
Fluoride toothpaste at least 2x daily			YES
Fluoride mouthrinse (0.05% NaF) daily			YES
5,000 ppm F fluoride toothpaste daily			YES
Fluoride varnish in last 6 months			YES
Office F topical in last 6 months			YES
Chlorhexidine prescribed/used one week each of last 6 months			YES
Xylitol gum/lozenges 4x daily last 6 months			YES
Calcium and phosphate paste during last 6 months			YES
Adequate saliva flow (> 1 ml/min stimulated)			YES
**Bacteria/Saliva Test Results: MS: LB: Flow Rate: ml/min. Date:			
VISUALIZE CARIES BALANCE			
(Use circled indicators/factors above)			
(EXTREME RISK = HIGH RISK + SEVERE SALIVARY GLAND HYPOFUNCTION)			
CARIES RISK ASSESSMENT (CIRCLE): EXTREME HIGH MODERATE LOW			

Fig. 2. CDA CRA form for 6 and over / adults [21]

CAMBRA — Caries Risk Assessment Form for Age 0 to 5 Years				
Patient Name: _____		ID# _____	Age: _____	
Date: _____				
Assessment Date: _____				
Please circle: BASELINE, three-month follow-up or six-month follow-up				
NOTE: Any one Yes in Column 1 signifies likely “High Risk” and an indication for bacteria tests	1	2	3	comment
	YES =CIRCLE	YES =CIRCLE	YES =CIRCLE	
1. Risk Factors (Biological Predisposing Factors)				
(a) Mother or primary caregiver has had active dental decay in the past 12 months*	Yes			
(b) Bottle with fluid other than water, plain milk and/or plain formula		Yes		type of fluid:
(c) Continual bottle use				
(d) Child sleeps with a bottle, or nurses on demand		Yes		
(e) Frequent (>3 times/day) between-meal snacks of sugars/cooked starch/sugared beverages		Yes		times/day:
(f) Saliva-reducing factors are present, including: 1. medications (e.g., some for asthma [albuterol] or hyperactivity) 2. medical (cancer treatment) or genetic factors		Yes		
(g) Child has developmental problems/CSHCN (child with special health care needs)		Yes		
(h) Caregiver has low health literacy, is a WIC participant and/or child participates in Free Lunch Program and/or Early HeadStart		Yes		
2. Protective Factors				
(a) Child lives in a fluoridated community or takes fluoride supplements by slowly dissolving or as chewable tablets (note resident ZIP code)			Yes	
(b) Child drinks fluoridated water (e.g., use of tap water)			Yes	
(c) Teeth brushed with fluoridated toothpaste (pea size) at least once daily			Yes	
(d) Teeth brushed with fluoride toothpaste (pea size) at least 2x daily			Yes	
(e) Fluoride varnish in last six months			Yes	
(f) Mother/caregiver chews/dissolves xylitol chewing gum/lozenges 2-4x daily			Yes	
3. Disease Indicators/Risk Factors – Clinical Examination of Child				
(a) Obvious white spots, decalcifications enamel defects or obvious decay present on the child’s teeth	Yes			
(b) Restorations present (past caries experience for the child)*	Yes			
(c) Plaque is obvious on the teeth and/or gums bleed easily		Yes		
(d) Visually inadequate saliva flow		Yes		
Child’s Overall Caries Risk* (circle): High Moderate Low				
Child: Bacteria/Saliva Test Results: MS: LB: Flow Rate: ML/min: Date:				
Caregiver: Bacteria/Saliva Test Results: MS: LB: Flow Rate: ML/min: Date:				
*Assessment based on provider’s judgment of balance between risk factors/disease indicators and protective factors.				

Fig. 3. CDA CRA form for 0 to 5 years [21]

2) 우식위험수준 결정(Caries risk level)

CDA, ADA, AAPD 양식마다 우식위험평가(CRA) 구성이 서로 차이는 있지만, 모든 도구[17,18, 21]에서 치아우식 발생에 가장 강력한 예측 인자는 ‘백색병소 또는 새로운 우식이 발생’과 ‘최근 3년간 수복 경험’과 같은 치아우식경험이다[4]. AAPD 양식과 CDA 양식에서는 치아우식증의 원인균을 파악하기 위해 타액검사가 추가적으로 필요하다고 하였고 고위험군과 초고위험군의 경우 필수적으로 시행해야한다고 하였다[20]. 위험요인, 보호요인, 질병지표 평가가 끝나면 우식균형 개념에 따라 ‘초고위험’, ‘고위험’, ‘중위험’, ‘저위험’ 중 어떤 것이 더 우세한지 판단하여 위험군이 배정된다.

우식균형은 병리학적 요인과 보호요인의 상호작용에 의해 치아우식이 발생한다는 개념을 지렛대로 시 각화하여 나타내고 있다. 병리학적 요인에는 산생성균, 발효성 탄수화물의 섭취빈도, 비정상적인 타액분 비율 및 기능저하 등이 포함된다. 보호요인에는 타액내 칼슘, 인산염, 단백질, 불소 함량, 정상적인 타액분 비율, 항균제 등이 해당된다[22].

2007년에는 우식불균형(Caries imbalance)이라는 용어로 질병지표, 위험요인, 보호요인이 지렛대 원 리를 이용하여 지렛대 왼쪽에 놓인 질병지표와 위험요인, 오른쪽에 놓인 보호요인 간의 불균형에 의해서 우식이 발생하는 것을 설명하고 있다[20]. 지렛대가 왼쪽으로 치우치면 우식이 진행되고 오른쪽으로 기울 면 우식을 예방할 수 있는 개념이다. 이러한 우식균형, 불균형 개념을 적용하여 개인의 우식위험평가를 바 탕으로 우식위험수준을 결정하게 되고, 결정기준에 따라 아래와 같이 4개 위험군으로 분류한다.

(1) 초고위험군

질병지표 4개 항목 중 하나라도 해당되면서 구강건조증이 있거나 약물, 두경부 방사선치료, 쇼그렌 증후 군 등 타액분비가 감소할 수 있는 전신적인 요인이 동반되는 경우 초고위험군으로 분류한다.

(2) 고위험군

아래 4가지 질병지표 항목 중 한 개라도 해당되면 고위험군으로 분류한다.

- 육안으로 확인 가능한 우식와동 또는 방사선사진상 상아질까지 진행된 우식병소
- 평활면에 새롭게 발생한 백색병소
- 방사선사진상 법랑질에 국한된 인접면 병소
- 과거 3년간 우식병소의 수복치료 경험이 있는 경우

또는 질병지표가 없더라도 다량의 치면세균막 축적, 하루 3회 이상 설탕이 함유된 간식 섭취, 교정치료 등 위험요인이 복합적으로 해당되거나 보호요인이 적거나 없을 때도 고위험군으로 평가한다.

(3) 중위험군

질병지표에 해당하는 항목이 없고, 위험요인이 몇 가지 해당되거나 위험요인과 보호요인이 비슷한 경우 에 중위험으로 평가하고, 저위험군인지 고위험군인지 명확하게 판단하지 못하는 경우에도 중위험군으로 분류한다.

(4) 저위험군

기본적으로 질병지표와 위험요인이 없고 보호요인이 우세하여 우식균형이 유지되는 경우에 저위험으 로 평가한다.

3) 임상 프로토콜(Clinical protocols)

CAMBRA 모델에서는 치과 의료진들이 치아우식관리를 체계적으로 수행할 수 있도록 임상가이드라인 을 제공하고 있다. 우식관리의 목표는 병리학적 요인과 보호요인 사이의 균형을 유지하고 초기우식병소 를 재광화시켜 미래 우식발생을 예방하는 것이다. 임상가이드라인에는 임상검사 시기(타액검사, 구강검 사, 방사선촬영), 예방처치(불소, 자일리톨, 치면열구전색), 항균제 사용에 대한 가이드를 제시하고 있다.

우식위험평가(CRA) 연령기준처럼 만 0-5세, 만 6세-성인 두 연령군별로 가이드라인이 구분되고, 환자의 우식위험수준에 따라 리콜주기, 예방처치, 검사시기, 자가관리 등에서 차이가 있다<Fig. 4, 5>. ADA, AAPD에서는 치아우식증을 효과적으로 예방하고 관리하기 위해서 생후 2개월, 또는 치아맹출 시기인 6개 월에 치과에 내원하여 구강검진을 받도록 권장하고 있다[2].

Caries Management by Risk Assessment Clinical Guidelines for Patients Age 6 and Older								
Risk Level ### ***	Frequency of Radiographs	Frequency of Caries Recall Exams	Saliva Test (Saliva Flow & Bacterial Culture)	Antibacterials Chlorhexidine Xylitol ****	Fluoride	pH Control	Calcium Phosphate Topical Supplements	Sealants (Resin-based or Glass Ionomer)
Low risk	Biting radiographs every 24-36 months	Every 6-12 months to re-evaluate caries risk	May be done as a base line reference for new patients	Per saliva test if done	OTC fluoride-containing toothpaste twice daily after breakfast and at bedtime. Optional: NaF varnish if excessive root exposure or sensitivity	Not required	Not required Optional: for excessive root exposure or sensitivity	Optional or as per ICDA5 sealant protocol (TABLE 2)
Moderate risk	Biting radiographs every 18-24 months	Every 4-6 months to re-evaluate caries risk	May be done as a base line reference for new patients or if there is suspicion of high bacterial challenge and to assess efficacy and patient cooperation	Per saliva test if done Xylitol (6-10 grams/day) gum or candies. Two tabs of gum or two candies four times daily	OTC fluoride-containing toothpaste twice daily plus 0.05% NaF-rinse daily. Initially, 1-2 app of NaF varnish; 1 app at 4-6 month recall	Not required	Not required Optional: for excessive root exposure or sensitivity	As per ICDA5 sealant protocol (TABLE 2)
High risk*	Biting radiographs every 6-18 months or until no cavitated lesions are evident	Every 3-4 months to re-evaluate caries risk and apply fluoride varnish	Saliva flow test and bacterial culture initially and at every caries recall appt. to assess efficacy and patient cooperation	Chlorhexidine gluconate 0.12% 10 ml rinse for one minute daily for one week each month. Xylitol (6-10 grams/day) gum or candies. Two tabs of gum or two candies four times daily	11% NaF toothpaste twice daily instead of regular fluoride toothpaste. OTC 0.05% NaF-rinse daily (1 bottle) then OTC 0.05% NaF-rinse 2X daily. Initially, 1-3 app of NaF varnish; 1 app at 3-4 month recall	Not required	Optional: Apply calcium/phosphate paste several times daily	As per ICDA5 sealant protocol (TABLE 2)
Extreme risk** (High risk plus dry mouth or special needs)	Biting radiographs every 6 months or until no cavitated lesions are evident	Every 3 months to re-evaluate caries risk and apply fluoride varnish	Saliva flow test and bacterial culture initially and at every caries recall appt. to assess efficacy and patient cooperation	Chlorhexidine 0.12% (preferably CHX in water base rinse) 10 ml rinse for one minute daily for one week each month. Xylitol (6-10 grams/day) gum or candies. Two tabs of gum or two candies four times daily	11% NaF toothpaste twice daily instead of regular fluoride toothpaste. OTC 0.05% NaF-rinse when mouth feels dry after snacking, breakfast, and lunch. Initially, 1-3 app. NaF varnish; 1 app at 3 month recall.	Acid-neutralizing rinses as needed if mouth feels dry, bedtime and after breakfast. Baking soda gum as needed	Required Apply calcium/phosphate paste twice daily	As per ICDA5 sealant protocol (TABLE 2)

* Patients with one (or more) cavitated lesion(s) are high-risk patients. ** Patients with one (or more) cavitated lesion(s) and severe hyposalivation are extreme-risk patients. *** All restorative work to be done with the minimally invasive philosophy in mind. Existing smooth surface lesions that do not penetrate the DEJ and are not cavitated should be treated chemically, not surgically. For extreme-risk patients, use holding care with glass ionomer materials until caries progression is controlled. Patients with appliances (RPDs, prosthodontics) require excellent oral hygiene together with intensive fluoride therapy e.g. high fluoride toothpaste and fluoride varnish every three months. Where indicated, antibacterial therapy to be done in conjunction with restorative work. **** For all risk levels: Patients must maintain good oral hygiene and a diet low in frequency of fermentable carbohydrates. **** Xylitol is not good for pets (especially dogs).

Fig. 4. Clinical guidelines for 6 and over / adults by CDA [21]

CAMBRA Treatment Guidelines (0-5 years) Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA) Clinical Guidelines for Patients 0-5 years								
Risk Level	Saliva Test	Antibacterials	Fluoride	Frequency of Radiographs	Frequency of Periodic Oral Exams (POE)	**** Xylitol and/or Baking Soda	Sealants ***	Existing Lesions
Low risk	Optional (Base line)	Not required or if saliva test was performed, treat main caregiver accordingly	Not required	After age 2: Biting radiographs every 18-24 months	Every 6-12 months to re-evaluate caries risk AND ANTICIPATORY GUIDANCE**		Optional	
Moderate risk	Recommended	Not required or if saliva test was performed, treat main caregiver accordingly	OTC fluoride-containing toothpaste twice daily (pea-sized amount) Sodium fluoride treatment gels/rinses	After age 2: Biting radiographs every 12-18 months	Every 6 months to re-evaluate caries risk AND ANTICIPATORY GUIDANCE	Xylitol gum or lozenges. Two sticks of gum or two mints four times daily for the caregiver. Xylitol food, spray or drinks for the child	Sealants for deep pits and fissures after two years of age. High fluoride conventional glass ionomer is recommended	Lesions that do not penetrate the DEJ and are not cavitated should be treated with fluoride toothpaste and fluoride varnish
High risk*	Required	Chlorhexidine 0.12% 10 ml rinse for main caregiver of the infant or child for one week each month. Bacterial test every caries recall. Health provider might brush infant's teeth with CHX	Fluoride varnish at initial visit and caries recall exams OTC fluoride-containing toothpaste and calcium phosphate paste combination twice daily Sodium fluoride treatment gel/rinses	After age 2: Two size #2 occlusal films and 2 biting radiographs every 6-12 months or until no cavitated lesions are evident	Every 3 months to re-evaluate caries risk and apply fluoride varnish AND ANTICIPATORY GUIDANCE	Xylitol gum or lozenges. Two sticks of gum or two mints four times daily for the caregiver. Xylitol food, spray, or drinks for the child	Sealants for deep pits and fissures after two years of age. High fluoride conventional glass ionomer is recommended	Lesions that do not penetrate the DEJ and are not cavitated should be treated with fluoride toothpaste and fluoride varnish ART might be recommended
Extreme risk*	Required	Chlorhexidine 0.12% 10 ml rinse for one minute daily at bedtime for two weeks each month. Bacterial test at every caries recall Health provider might brush infant's teeth with CHX	Fluoride varnish at initial visit, each caries recall and after prophylaxis or recall exams OTC fluoride-containing toothpaste and phosphate paste combination twice daily Sodium fluoride treatment gel/rinses	After age 2: Two size #2 occlusal films and 2 biting radiographs every 6 months or until no cavitated lesions are evident	Every 1-3 months to re-evaluate caries risk and apply fluoride varnish and anticipatory guidance	Xylitol gum or lozenges. Two sticks of gum or two mints four times daily for the caregiver. Xylitol food, spray, or drinks	Sealants for deep pits and fissures after two years of age. High fluoride conventional glass ionomer is recommended	Holding care with glass ionomer materials until caries progression is controlled (ART) Fluoride varnish and anticipatory guidance/self-management goals

* Pediatric patients with one (or more) cavitated lesion(s) are high-risk patients.
 ** Pediatric patients with one (or more) cavitated lesion(s) and hyposalivation or special needs are extreme-risk patients.
 *** Pediatric patients with daily medication such as inhalers or behavioral issues will have diminished salivary function.
 **** Anticipatory guidance - Appropriate discussion and counseling should be an integral part of each visit for caries/ART/POE
 ***** ICDA5 protocol presented by Jensen et al. this issue may be helpful on sealant decisions.
 ***** Xylitol is not good for pets (especially dogs).
 For all risk levels: Pediatric patients, through their caregiver, must maintain good oral hygiene and a diet low in frequency of fermentable carbohydrates. Patients with appliances (RPDs, orthodontics) require excellent oral hygiene together with intensive fluoride therapy. Fluoride gel to be placed in removable appliances.

Fig. 5. Clinical guidelines for 0-5 year olds by CDA [21]

3. CAMBRA 시스템 업데이트

2007년도에 CAMBRA모델의 우식위험평가(CRA)와 임상가이드라인이 발표되고 10년 이상 사용해왔으나, 임상가들이 보다 더 실용적으로 사용할 수 있도록 실무 근거기반으로 업데이트 된 CAMBRA 시스템을 2019년도에 발표하였다. 이 논문에서는 최소한의 침습적 치료와 성공적인 결과를 위해 필요한 CAMBRA 우식위험평가(CRA) 도구를 업데이트하였다[7].

만 6세-성인용 CRA양식은 치과 임상가들에게 최신 지침을 제공하는 것을 목적으로 근거-기반으로 더욱 단순화시켰다. 만 0-5세 아동에게 적용되는 우식위험평가(CRA) 양식은 UCSF 소아치과클리닉에서 수집한 임상연구결과를 바탕으로 업데이트되었다[23]. CRA 지표 17개의 항목 중 7개는 우식발생과 통계적으로 유의하게 관련 있다는 것을 확인하였고 랜포레스트 분석을 사용한 데이터의 추가적인 평가에서 7개 우식위험평가(CRA) 항목 중 4개만이 미래의 우식발생과 독립적으로 연관되어 있다고 발표하였다. 4개 항목은 ‘명백한 우식병소 또는 백색병소’, ‘다량의 치면세균막 침착’, ‘최근 2년동안 수복 치료경험’, ‘빈번한 간식 섭취’이며 이중에서도 ‘현재 우식 병소’가 가장 강력한 예측 변수로 작용하였다[24, 25]. UCSF 소아치과 진료실에서 2년동안 시행된 임상연구 결과는 우식위험평가(CRA) 양식을 업데이트하는데 기초가 되었고, 이 연구에서 초고위험군에 대한 자료는 매우 제한적이었기 때문에 만 0-5세 아동에게 적용되는 최신의 우식위험평가(CRA)는 우식위험수준을 저위험, 중위험, 고위험 3가지 위험군으로만 분류하고 있다[23].

1) 만 6세-성인용 우식위험평가(CRA) <Fig. 6>

(1) 질병지표

기존 CRA 양식에 비해 달라진 점은 질병지표 4가지 항목 중 ‘최근 수복경험’을 신환과 구환으로 구분하고 있는데 신환의 경우 3년, 구환은 최근 1년으로 세분화되었다. 뿐만 아니라 기존 양식의 ‘인접면 법랑질 병소(방사선 사진 상)’ 항목은 ‘법랑질에 국한된 새로운 비와동 병소(방사선 사진 상)’로 수정하여 기존 양식으로는 평가할 수 없었던 명백한 비와동 병소의 임상적인 실제 상태를 반영할 수 있게 되었다.

(2) 생물학적 또는 환경적 위험요인

기존 우식위험평가(CRA) 양식에서 위험요인 항목 수는 변함이 없지만 일부 내용이 수정된 것을 확인할 수 있었다. ‘중등도 또는 고도의 MS, LB’ 항목은 현재 사용할 수 있는 검사 kit가 없는 관계로 ‘산생성균 수(현재 사용 불가)’로 수정되었지만 검사도구 준비 상황에 따라 언제든지 적용할 수 있기 때문에 항목에는 존재한다.

또한 ‘비정상적인 타액분비율’은 ‘타액기능 감소(낮은 타액분비율)’로 1분당 0.5 mL 미만의 타액이 분비되는 경우에 표시하도록 하였다. ‘타액 감소 요인(약물/방사선/전신)’ 항목은 ‘약물복용으로 인한 구강건조’로 변경되어 직접적인 요인을 평가하도록 수정되었다.

(3) 보호요인

기존의 11개 보호요인 중 ‘지난 6개월간 전문가 불소국소도포 경험’, ‘6개월간 하루 4개 이상의 자일리톨 껌 저작’, ‘지난 6개월간 칼슘/인 보충제 사용’ 항목이 삭제되었고, ‘정상적인 타액분비율(자극성 타액 분당 1 mL 이상)’은 ‘정상적인 타액 기능’으로 수정되었다.

2) 만 0-5세용 우식위험평가(CRA) <Fig. 7>

(1) 생물학적 또는 환경적 위험요인(병리학적 요인)

기존의 8가지 위험요인 중 ‘지속적인 젖병 사용’, ‘수면 시 젖병 물고 잠’, ‘발달장애’ 항목이 삭제되고 최종 5개 항목으로 수정되었다. ‘설탕 함유/점착성 음식으로 3회 이상 간식 섭취’는 ‘3회 정규식사 외에 빈번한 간식섭취’로 변경되었고, ‘약물(천식, 과잉행동장애) 및 암치료 또는 유전적 요인에 의한 타액감소’ 항목은 ‘타액분비가 감소되는 약물복용’으로 실제적인 의미로 변경되었다. ‘부모 또는 양육자의 건강 이해력이 낮고 WIC 참가자이며 아동은 무료급식 대상자’ 항목은 ‘가족들의 낮은 사회경제적 수준 및 낮은 건강지식 수준’으로 변경되었으며 ‘지난 1년간 부모/주 양육자의 우식경험’은 ‘부모 또는 형제가 현재 우식이 있거나 최근 우식병력이 있는 경우’로 수정되었다. 마지막으로 ‘물 또는 우유 외에 다른 음료 함유된 젖병 사용’ 항목은 그대로 유지되었다.

Updated CAMBRA* Caries Risk Assessment Form for Patients Aged 6 Through Adult (January 2019) (Refer to the second page of this form for details and instructions for use.)

Patient name: _____ Reference number: _____
 Provider name: _____ Date: _____

Caries risk component			
Disease indicators	Check if Yes		
1. New cavities or lesion(s) into dentin (radiographically)			
2. New white spot lesions on smooth surfaces			
3. New noncavitated lesion(s) in enamel (radiographically)			
4. Existing restorations in last three years (new patient) or the last year (patient of record)			
Biological or environmental risk factors			
1. Cariogenic bacteria quantity — not currently available		Check if Yes	
2. Heavy plaque on the teeth			
3. Frequent snacking (> 3 times daily)			
4. Hyposalivatory medications			
5. Reduced salivary function (measured low flow rate)**			
6. Deep pits and fissures			
7. Recreational drug use			
8. Exposed tooth roots			
9. Orthodontic appliances			
Protective factors			
1. Fluoridated water			Check if Yes
2. F toothpaste once a day			
3. F toothpaste 2X daily or more			
4. 5000 ppm F toothpaste			
5. F varnish last six months			
6. 0.05% sodium fluoride mouthrinse daily			
7. 0.12% chlorhexidine gluconate mouthrinse daily seven days monthly			
8. Normal salivary function			
	Column 1	Column 2	Column 3
Final Score: Yes in Column 1: Indicates high or extreme risk Yes in columns 2 and 3: Consider the caries balance ** Hyposalivation plus high risk factors = extreme risk			
Final overall caries risk assessment category (check) determined as per guidelines on next page			
EXTREME <input type="checkbox"/> HIGH <input type="checkbox"/> MODERATE <input type="checkbox"/> LOW <input type="checkbox"/>			

*CAMBRA is a registered trademark of the University of California

Fig. 6. CDA CRA form for 6 through adults (2019 updated) [7]

Updated CAMBRA*** Caries Risk Assessment Form for Patients Aged 0 to 5 (January 2019)
(Refer to the second page of this form for instructions for use.)

Patient name: _____ Reference number: _____
 Provider name: _____ Date: _____

Caries risk component	Column 1	Column 2	Column 3
Biological or environmental risk factors*		Check if Yes**	
1. Frequent snacking (more than three times daily)			
2. Uses bottle/nospill cup containing liquids other than water or milk			
3. Mother/primary caregiver or sibling has current decay or a recent history of decay (see high-risk description on next page)			
4. Family has low socioeconomic/health literacy status			
5. Medications that induce hyposalivation			
Protective factors**			Check if Yes**
1. Lives in a fluoridated drinking water area			
2. Drinks fluoridated water			
3. Uses fluoride-containing toothpaste at least two times daily — a smear for ages 0–2 years and pea sized for ages 3–6 years			
4. Has had fluoride varnish applied in the last six months			
Biological risk factors — clinical exam*		Check if Yes**	
1. Cariogenic bacteria quantity — Not currently available			
2. Heavy plaque on the teeth			
Disease indicators — clinical exam		Check if Yes**	
1. Evident tooth decay or white spots			
2. Recent restorations in last two years (new patient) or the last year (patient of record)			
	Column 1 total	Column 2 total	Column 3 total
Yes in Column 1 indicates high risk Yes in columns 2 and 3: Consider the caries balance as illustrated on next page			
Final overall caries risk assessment category (check) determined as per guidelines on next page			
HIGH <input type="checkbox"/> MODERATE <input type="checkbox"/> LOW <input type="checkbox"/>			

*Biological and environmental risk factors are split into a) question items, b) clinical exam.
 **Check the “yes” answers in the appropriate column. Shading indicates which column to place the appropriate “yes.”

Fig. 7. CDA CRA form for 0 to 5 (2019 updated) [7]

(2) 보호요인

기존의 6개 보호요인 중 ‘엄마/주 양육자의 매일 2~4개 자일리톨 껌 섭취’ 항목과 ‘불소함유 치약(pea size)으로 적어도 하루 1회 칫솔질’ 항목은 삭제되고 최종 4개 보호요인으로 수정되었다. ‘불소 함유 치약(pea size)으로 하루에 최소 2회 칫솔질’은 ‘불소 함유 치약(0-2세 아주 조금, 3-6세 pea size)으로 하루에 최소 2회 칫솔질’로 연령에 따라 불소함유 치약 사용량이 세분화되었고, ‘수분화 지역 거주 또는 불소보충제 섭취’ 항목은 ‘수분화 지역 거주’로 변경되었다. ‘불소가 함유된 물 복용’과 ‘지난 6개월 동안에 불소바니쉬 도포’ 항목은 변경되지 않았다.

(3) 생물학적 위험요인(임상검사)

기존 우식위험평가(CRA) 양식에서는 ‘명백한 우식병소 또는 백색병소’, ‘수복경험’, ‘치면세균막 착색/치은출혈’, ‘불충분한 타액분비’ 항목이 질병지표로 범주화되어 있었으나, 다량의 치면세균막 침착은 질병지표가 아니라 생물학적 위험요소이기 때문에 업데이트 버전에서는 질병지표와 생물학적 위험요인 두 가지로 구분되었다. ‘우식원인균 검사(현재 이용 불가)’와 ‘다량의 치면세균막 침착’이 생물학적 위험요인에 해당된다.

(4) 질병지표(임상검사)

우식발생에 영향을 미치는 임상적 신호로 ‘명백한 우식병소 또는 백색병소’와 ‘수복경험 (신환 최근 2년/구환 최근 1년)’이 질병지표에 해당된다. 기존 양식에 비해 수복경험의 기간이 신환과 구환으로 구분되고 신환의 경우 질병지표가 1개 이상일 때 ‘고위험’으로 평가하고 구환은 질병지표가 1개 또는 2개 새롭게 나타날 때 ‘고위험’으로 판단한다.

4. CAMBRA시스템 임상적용 결과

우식위험은 가까운 미래에 새로운 우식이 발생할 가능성을 의미하는 것으로 우식위험평가(CRA)는 개별 환자의 치아우식관리에 필수적이다. 수십 년 동안 미래의 치아우식 발생을 예측하고 우식위험을 평가하며 질병과정의 관리를 위한 방법론을 제공하려는 수많은 시도가 있었다[26-29]. 그 중 CAMBRA는 근거-기반의 체계적인 우식관리 프로그램으로 수년간 치과임상에서 수집된 임상결과를 바탕으로 우식예측의 타당성을 확보하였다.

CAMBRA 첫 번째 임상시험은 UCSF에서 2년동안 무작위 임상시험으로 수행되었고, 실험군의 고위험군에서 새로운 우식 발생이 감소하고, 대조군에 비해 DMFS가 24% 낮게 나타난다고 보고하였다[30]. 이러한 결과는 정기적인 불소처리와 항균제의 효과로 설명되고 있다.

CAMBRA 우식위험평가(CRA)의 예측 타당성은 UCSF 치과대학의 Doméjean교수와 동료들이 18개월간 2,571명의 환자 차트를 추적하여 평가되었다. 그 결과 연구초기 저, 중, 고, 초고위험군으로 배정된 환자들의 새로운 우식병소 발생(저위험 24%, 중위험 39%, 고위험 69%, 초고위험 88%) 등 질병지표 항목의 변화를 살펴보면 우식위험수준이 높을수록 질병지표 항목 수가 증가한다는 것을 확인하게 되었다[16]. 또 다른 연구는 UCSF 치과대학 학생진료실을 재방문한 18,004명의 환자 차트에서 초기의 위험수준에 따라 DFT의 평균을 예측할 수 있었다. 저위험군의 DFT가 0.94 증가한 반면 고위험군의 DFT는 더 높게 나타나 초기의 우식위험수준과 DFT 증가는 강력한 연관성이 있는 것으로 확인되었다[31].

이처럼 초기의 임상연구는 대부분 UCSF 치과대학에서 수행되었는데 CAMBRA가 구조화된 대학환경 밖에서도 성공적으로 구현될 수 있는지를 입증하기 위해 샌프란시스코 베이 지역에 실무기반 연구 네트워크 CAMBRA-PBRN을 만들었다. CDA가 네트워크를 구축하는데 중요한 역할을 했고 지역사회 치과진료실과 건강관리센터에서 CAMBRA 연구를 수행하도록 하였다. CAMBRA-PBRN 실험의 기본적인 목표는 30명의 치과의를 모집하여 치과 진료실 당 약 30명의 환자를 대상으로 2년간 무작위/통제/이중 맹검 연구를 수행하는 것이었다. 모집된 30명의 치과 의사 중 27명은 개원의고, 3명은 연방공공보건센터에 근무하고 있었으며, 프로그램 훈련을 마친 치과 의사 중 21명만이 환자를 모집하고 프로그램을 진행하였다. 프로그램 지침을 따르지 않아 1명이 제외되고 최종 20명의 치과 의사들이 460명 환자를 등록하였다. 등록 당시, 460명의 적격환자 중 192명이 저위험이었고, 26명의 중위험, 242명이 고위험이 있는 것으로 평가되었다. 242명 고위험 환자를 실험군(137명)과 대조군(105명)으로 무작위 배정하고, 저위험 환자 192명은 실험군 93명, 대조군 99명으로 배정하였다[6]. UCSF-CAMBRA 실험에서는 연구 시작시점에서 고위험 환자만을 대상으로 연구를 수행하였는데[30], CAMBRA-PBRN 임상시험에서는 고위험, 중위험, 저위험군 모든 대상자의 변화를 관찰하였다. CAMBRA-PBRN 시험 결과 프로그램 중재기간 동안 화학치료요법이 적용된 실험군에서 고위험 환자수가 현저히 감소하여 2년 후 실험군 참가자의 25%, 대조군 참가자의 54%가 고위험군에 머물러 있었다. 또한 새로 발생된 질병지표 비율이 대조군보다 실험군에서 낮게 나타났다. 결론적으로 460명 대상으로 2년간 임상실험을 진행 한 결과 대조군에 비해 실험군 환자의 우식위험수준과 질병지표가 현저히 감소하는 것으로 확인되었다[32].

만 6세-성인 그룹과 만 0세-5세 그룹에 대해 총 20,000명 이상의 환자를 대상으로 세 가지 다른 연구를 통해 CAMBRA 시스템이 미래 우식을 예측할 수 있다는 것을 보여주었다[33-36]. 이러한 임상연구들을 바탕으로 2019년도에 우식위험평가(CRA) 도구가 업데이트 되었다.

5. CAMBRA 최신 경향

최근 정보통신기술(Information & Communication Technology, ICT)을 기반으로 바이오센서의 의학적 활용을 접목한 모바일 헬스(m-Health)에 대해 관심이 증가하고 있다[37]. 치과분야에서는 주로 칫솔질을 통한 구강보건교육 위주의 모바일 애플리케이션이 개발되어 있었으나[38], 최근에 CAMBRA 시스템을 적용하여 전문가와 환자의 협업으로 치아우식관리가 가능한 모바일 애플리케이션이 국내에서 최초로 개발되었다(Fig. 8)[12]. 이 애플리케이션(CAMBRA-kids)은 우식 이환율이 높은 연령인 만 0-5세 이하 어린이용으로 개발된 것으로 전문가 휴리스틱 평가를 통해 애플리케이션의 질과 효용성을 인정받았다. 애플리케이션 화면에서 부모는 아동의 위험요인과 보호요인을 입력하고 임상가는 아동을 대상으로 임상검사를 실시 한 후 질병지표를 입력한다. 우식위험평가(CRA)가 완료되면 알고리즘에 의해 우식위험수준이 자동으로 정해진다. 아동의 임상검사 결과(치면세균막 검사, 우식원인균 검사, 백색병소 등)에 대해 부모가 이미지를 확인할 수 있어서 정보전달 및 동기유발 도구로 활용될 수 있고, 우식위험수준에 따라 우식관리 방법이 맞춤형으로 제공되기 때문에 부모의 만족도는 매우 높게 나타났다. 실제 유치원과 어린이집에서 소아 119명을 대상으로 'CAMBRA-kids' 애플리케이션을 적용하여 우식관리를 수행한 결과 12개월 후 모든 위험군에서 위험요인은 감소하고 보호요인은 증가하는 것으로 나타났으며, 고위험군 아동에서 백색병소, 명백한 우식 등 질병지표가 감소하였다[39].

CAMBRA 시스템이 모바일 애플리케이션과 융합되면 편의성, 사용성이 높아지면서 교육기관 뿐만 아니라 치과임상에서도 체계적인 우식관리에 대한 접근성을 높일 수 있을 것이다.



Fig. 8. Main page of 'CAMRA-kids' application

결론

본 논문에서는 CAMBRA 시스템의 국내 정착과 활성화를 위해 CAMBRA의 개념, 발전과정, 최신 업데이트된 우식위험평가(CRA) 내용을 상세히 소개하여 치과임상 및 교육기관에서 실제적으로 적용될 수 있도록 기술하였다. CAMBRA는 근거 중심으로 개인의 우식위험을 평가하고 임상가이드라인을 제공하여 체계적으로 치아우식을 관리하는 시스템이지만, 그동안 CAMBRA는 근거수준이 높은 무작위 임상연구가 부족하다는 약점이 있었다. 하지만 최근에는 수많은 CAMBRA-PBRN 임상연구들이 수행되어 보다 강력한 과학적 근거를 마련하고 CAMBRA가 대학 외 치과임상에서도 성공적으로 구현될 수 있음을 보여주었다[6]. 다양한 임상 결과를 바탕으로 치과임상에서 실제적으로 적용할 수 있는 우식위험평가(CRA) 도구가 새롭게 업데이트 되었고 ICT기술과 접목한 CAMBRA 애플리케이션도 개발되었다.

CAMBRA 시스템은 미국에서 20년 이상 지속적으로 성장하고 있지만 국내에서는 여전히 CAMBRA에 대한 이해가 부족한 실정이고 치과임상에서는 예방진료로 패러다임이 전환되면서 소수의 임상인들이 관심을 갖는 정도이다. 그러나 CAMBRA 시스템은 치과위생사의 새로운 역할모델 제시할 수 있고, 우식위험 평가와 가이드라인에 따른 우식관리를 통해 전문성을 강화시킬 수 있다. 물론 우식위험평가(CRA)의 질병 지표 검사 항목에는 치과위생사의 업무범위 제한으로 분명한 한계도 존재한다. 우식진단은 불가능하지만 Qray 시스템 등의 진단도구를 이용하여 간접적인 평가는 가능하므로 우리나라 실정에 맞는 우식위험평가(CRA) 개발이 요구된다.

현재 시점에서 우식발생을 예측하고 체계적으로 관리하는 최선의 근거기반 시스템이라고 할 수 있는 CAMBRA가 국내에서도 활발히 사용되기 위해서는 먼저 치의학, 치위생 교육기관에서 1차적인 교육과 연구가 선행되어 하고 지역사회 치과 임상에서 적용될 수 있도록 협력체계를 마련해야 한다. 이를 통해 국내 치과의료 분야에서도 CAMBRA 시스템이 보편화되고 적극적으로 활용되어 구강건강관리에 기여할 수 있기를 기대한다.

Acknowledgements

Funding for this paper was provided by Namseoul University year 2020.

Conflict of Interest

The author declared no conflict of interest.

References

- [1] Featherstone JD, Adair S, Anderson MH, Berkowitz RJ. Caries management by risk assessment: consensus statement, April 2002. *J Calif Dent Assoc* 2003;31(3):257-69.
- [2] Ramos-Gomez FJ, Crall J, Gansky SA, Slayton RL, Featherstone JD. Caries risk assessment appropriate for the age 1 visit (infants and toddlers). *J Calif Dent Assoc* 2007;35(10):687-702.
- [3] Darby ML & Walsh MM. *Dental hygiene theory and practice*. 3rd ed. Saunders: Elsevier; 2010: 284-6.
- [4] Ramos-Gomez FJ, Crystal YO, Ng MW, Crall JJ, Featherstone JD. Pediatric dental care: prevention and management protocols based on caries risk assessment. *J Calif Dent Assoc* 2010;38(11):746-61.
- [5] Koo SY, Lee SY. Caries management of high-risk children by caries risk assessment. *J Dent Hyg Sci* 2018;18(2):97-104. <https://doi.org/10.17135/jdhs.2018.18.2.97>
- [6] Rechmann P, Chaffee BW, Rechmann BM, Featherstone JD. Caries management by risk assessment: results from a practice-based research network study. *J Calif Dent Assoc* 2019;47(1):15-24.
- [7] Featherstone JD, Alston P, Chaffee BW, Rechmann P. Caries management by risk assessment (CAMBRA): an update for use in clinical practice for patients aged 6 through adult. *J Calif Dent Assoc* 2019;47(1):25-34. <http://researcherprofiles.org/profile/35282994>.
- [8] Lee JC. The latest knowledge of pediatric dental restorative treatment - focusing on CAMBRA. *J Korean Dent Assoc* 2009;47(11):722-7.
- [9] Cho YS. Clinical preventive dental and dental hygiene practice by caries management by risk assessment (CAMBRA). *J Dent Hyg Sci* 2012;12(6):545-57.
- [10] Ramos-Gomez FJ, Kim YJ, Ng MW, Yang S. New visions in pediatric dentistry-keeping healthy teeth caries free: pediatric CAMBRA protocols. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2013;40(1):72-81. <https://doi.org/10.5933/JKAPD.2013.40.1.72>
- [11] Kim BI. Korean caries management by risk assessment (K-CAMBRA). *J Korean Dent Assoc* 2014;52(8):456-63.
- [12] Kang YM, Lee SY. Heuristics evaluation and development of the Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA)-kids application for caries management of preschoolers. *J Korean Soc Dent Hyg* 2019;19(4):479-92. <https://doi.org/10.13065/jksdh.20190043>
- [13] Rechmann P. CAMBRA comes of age. *J Calif Dent Assoc* 2019;47(7):4-5.
- [14] Featherstone JD, Roth JR. Cariology in the new world order: moving from restoration toward prevention an introduction to the issue. *J Calif Dent Assoc* 2003;31(2):123-4.
- [15] Featherstone JD, Ramos-Gomez FJ, Crystal Y. CAMBRA® caries management by risk assessment a comprehensive caries management guide for dental professionals. *J Calif Dent Assoc* 2019;47(7):3.
- [16] Doméjean S, White JM, Featherstone JD. Validation of the CDA CAMBRA caries risk assessment-a six-year retrospective study. *J Calif Dent Assoc* 2011;39(10):709-15.
- [17] American Dental Association. Caries Risk Assessment Form (Age > 6) [Internet]. [cited 2018 Aug 13]. Available from: http://www.ada.org/~media/ADA/Member%20Center/Files/topics_caries_under6.ashx.

- [18] American Academy Pediatric Dentistry. Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents [Internet]. [cited 2021 July 01]. Available from: <http://www.aapd.org/research/oral-health-policies--recommendations/caries-risk-assessment-and-management-for-infants-children-and-adolescents/>.
- [19] Featherstone JD. The caries balance: the basis for caries management by risk assessment. *Oral Health Prev Dent* 2004;2(1):259-64.
- [20] Featherstone JD, Domejean-Orliaguet S, Jenson L, Wolff M, Young DA. Caries risk assessment in practice for age 6 through adult. *J Calif Dent Assoc* 2007;35(10):703-13.
- [21] Jenson L, Budenz AW, Featherstone JD, Ramos-Gomez FJ, Spolsky VW, Douglas AY. Clinical protocols for caries management by risk assessment. *J Calif Dent Assoc* 2007;35(10):714-23.
- [22] Featherstone JD. The caries balance: contributing factors and early detection. *J Calif Dent Assoc* 2003;31(2):129-33.
- [23] Featherstone JD, Crystal YO, Chaffee BW, Zhan L, Ramos-Gomez FJ. An updated CAMBRA caries risk assessment tool for ages 0 to 5 years. *J Calif Dent Assoc* 2019;47(1):37-47.
- [24] Ramos-Gomez FJ, Crystal YO, Domejean S, Featherstone JD. Minimal intervention dentistry: part 3. paediatric dental care-prevention and management protocols using caries risk assessment for infants and young children. *Br Dent J* 2012;213(10):501-8. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2012.1040>
- [25] Chaffee BW, Featherstone JD, Gansky SA, Cheng J, Zhan L. Caries risk assessment item importance: risk designation and caries status in children under Age 6. *JDR Clin Trans Res* 2016;1(2):131-42. <https://doi.org/10.1177/2380084416648932>
- [26] Emilson CG, Krasse B. Support for and implications of the specific plaque hypothesis. *European Journal of Oral Sciences* 1985;93(2):96-104. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1985.tb01316.x>
- [27] Rask PI, Emilson CG, Krasse B, Sundberg H. Effect of preventive measures in 50-60-year-olds with a high risk of dental caries. *European Journal of Oral Sciences* 1988;96(6):500-4. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1988.tb01589.x>
- [28] Beck JD, Weintraub JA, Disney JA, Graves RC, Stamm JW, Kaste LM, et al. University of north carolina caries risk assessment study: comparisons of high risk prediction, any risk prediction and any risk etiologic models. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992;20(6):313-21. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1992.tb00690.x>
- [29] Disney JA, Graves RC, Stamm JW, Bohannan HM, Abernathy JR, Zack DD. The university of north carolina caries risk assessment study: further developments in caries risk prediction. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992;20(2):64-75. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1992.tb00679.x>
- [30] Featherstone JD, White JM, Hoover CI, Rapozo-Hilo M, Weintraub JA, Wilson RS, et al. A randomized clinical trial of anticaries therapies targeted according to risk assessment (caries management by risk assessment). *Caries Res* 2012;46(2):118-29. <https://doi.org/10.1159/000337241>
- [31] Chaffee BW, Cheng J, Featherstone JD. Baseline caries risk assessment as a predictor of caries incidence. *J Dent* 2015;43(5):518-24. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.02.013>
- [32] Rechmann P, Chaffee BW, Rechmann BM, Featherstone JD. Changes in caries risk in a practice-based randomized controlled trial. *Adv Dent Res* 2018;29(1):15-23. <https://doi.org/10.1177/0022034517737022>
- [33] Young DA, Featherstone JD, Roth JR. Curing the silent epidemic: caries management in the 21st century and beyond. *J Calif Dent Assoc* 2007;35(10):681-5.
- [34] Mold JW, Peterson KA. Primary care practice-based research networks: working at the interface between research and quality improvement. *Ann Fam Med* 2005;3(l):s12-20. <https://doi.org/10.1370/afm.303>

- [35] Lenfant C. Shattuck lecture-clinical research to clinical practice-lost in translation? *N Engl J Med* 2003;349(9):868-74. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa035507>
- [36] Nelson S, Eggertsson H, Powell B, Mandelaris J, Ntragatakis M, Richardson T, et al. Dental examiners consistency in applying the ICDAS criteria for a caries prevention community trial. *Community Dent Health* 2011;28(3):238-42.
- [37] Jang JS, Cho SH. Mobile health (m-health) on mental health. *Korean J Stress Res* 2016;24(4):231-6. <https://doi.org/10.17547/kjsr.2016.24.4.231>
- [38] Lee YH. The activation of oral health education using smart phone[Master's thesis]. Seoul: Univ. of Hanyang, 2012.
- [39] Yeo AN. Effect of caries management using CAMBRA-kids mobile application for preschoolers[Doctoral dissertation]. Cheonan: Univ. of Namseoul, 2019.