

치아우식증 탐지 및 평가의 기준 체계, ICDAS에 대한 고찰

김희은

가천대학교 보건과학대학 치위생학과

Review on International Caries Detection and Assessment System

Hee-Eun Kim

Department of Dental Hygiene, College of Health Science, Gachon University

Received : 24 April, 2014
Revised : 15 September, 2014
Accepted : 25 September, 2014

Corresponding Author

Hee-Eun Kim
Department of Dental Hygiene
College of Health Science
Gachon University
191 Hambangmoe-ro, Yeonsu-gu
Incheon 406-799, Korea.
Tel : +82-32-820-4414
Fax : +82-32-820-4370
E-mail : hekim@gachon.ac.kr

ABSTRACT

Objectives : In most developed countries there has been a substantial decrease in the prevalence of dental caries in children of 12 years old over the past 40 years. This change in epidemiology highlights the importance of preventive management in dentistry. For successful management of early caries lesions, it is essential to detect and assess the pathological changes of dental caries. Therefore, the purpose of this study was to investigate the overview of International Caries Detection and Assessment System(ICDAS) criteria for the detection and assessment of early caries lesions by literature reviews.

Methods : The author reviewed the MEDLINE search by the key words of 'caries assessment', 'caries detection', 'caries measurement', and 'ICDAS'

Results : This literature review provided an overview of International Caries Detection and Assessment System(ICDAS) criteria for the detection and assessment of early caries lesions. This article showed the principles, concept, and primary caries detection criteria of the ICDAS. The ICDAS can macroscopically measure the enamel surface changes and potential histological depth of caries lesions by the surface characteristics of the teeth. The ICDAS criteria allow researchers and clinicians to choose the stage of dental caries and characteristics for assessment.

Conclusions : ICDAS can be an adjunct method to clinical decision making and preventive treatment planning.

Key Words : caries assessment, caries detection, caries measurement, dental caries, ICDAS

색인 : 우식 측정, 우식 탐지, 우식 평가, 치아우식증, ICDAS

서론

지난 반세기 동안 서구 선진국을 중심으로 치아우식증 유병률은 꾸준히 감소하고 있다¹⁾. 이와 같은 변화는 우리나라에서도 나타나고 있는데, 2012년 국민구강건강실태조사에 따르면, 우리나라 12세 아동의 우식경험영구치 지수(DMFT index)는 평균 1.84개로 조사되어, 지난 2000년의 우식경험영구치 지수(평균 3.30개)에 비해 약 1.5개가 감소한 것으로

나타났다²⁾. 이러한 변화는 전 국민적으로 구강 건강에 대한 관심이 매우 높아졌음을 의미하며, 따라서 치아우식증의 조기 치료와 지속적인 관리에 대한 중요성이 강조된다고 하겠다.

초기 우식을 효율적으로 관리하기 위해서는 무엇보다도 병소의 진행 단계를 정확하게 탐지하고 평가하는 것이 중요하다³⁾. 일반적으로 역학분야에서 치아우식증 진단을 위해 주로 사용해 온 평가 기준은 WHO 우식 진단 기준이다⁴⁾. 그러나 이 기준은 실제 임상에서 치아우식증을 진단하는 기준과

Table 1. Classification of the caries status based upon the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS)* (adapted from Ismail AI et al., Dent Oral Epidemiol 2007; 35: 170-178)

Sound tooth surface: Code 0

There should be no evidence of caries (either no or questionable change in enamel translucency after prolonged air drying (suggested drying time 5 s). Surfaces with developmental defects such as enamel hypoplasias; fluorosis; tooth wear (attrition, abrasion and erosion), and extrinsic or intrinsic stains will be recorded as sound. The examiner should also score as sound a surface with multiple stained fissures if such a condition is seen in other pits and fissures, a condition which is consistent with noncariious habits (e.g. frequent tea drinking). Table 1 provides a useful guide for differential diagnosis for carious opacities versus other opacities

First visual change in enamel: Code 1

Code 1: Pits and fissures

When seen wet there is no evidence of any change in color attributable to carious activity, but after prolonged air drying (approximately 5 s is suggested to adequately dehydrate a carious lesion in enamel) a carious opacity or discoloration (white or brown lesion) is visible that is not consistent with the clinical appearance of sound enamel

OR

When there is a change of color because of caries which is not consistent with the clinical appearance of sound enamel and is limited to the confines of the pit and fissure area (whether seen wet or dry). The appearance of these carious areas is not consistent with that of stained pits and fissures as defined in code 0

Code 1: Smooth tooth surfaces

When seen wet there is no evidence of any change in color attributable to carious activity, but after prolonged air drying a carious opacity (white or brown lesion) is visible that is not consistent with the clinical appearance of sound enamel. This will be seen from the buccal or lingual surface

Distinct visual change in enamel: Code 2

The tooth must be viewed wet. When wet there is a (i) carious opacity (white spot lesion) and/or (ii) brown carious discoloration which is wider than the natural fissure/fossa that is not consistent with the clinical appearance of sound enamel (Note: the lesion must still be visible when dry)

Localized enamel breakdown because of caries with no visible dentin or underlying shadow: Code 3

The tooth viewed wet may have a clear carious opacity (white spot lesion) and/or brown carious discoloration which is wider than the natural fissure/fossa that is not consistent with the clinical appearance of sound enamel. Once dried for approximately 5 s there is carious loss of tooth structure at the entrance to, or within, the pit or fissure/fossa. This will be seen visually as evidence of demineralization [opaque (white), brown or dark brown walls] at the entrance to or within the fissure or pit, and although the pit or fissure may appear substantially and unnaturally wider than normal, the dentin is NOT visible in the walls or base of the cavity/discontinuity.

If in doubt, or to confirm the visual assessment, the WHO/CPI/PSR probe can be used gently across a tooth surface to confirm the presence of a cavity apparently confined to the enamel. This is achieved by sliding the ball end along the suspect pit or fissure and a limited discontinuity is detected if the ball drops into the surface of the enamel cavity/discontinuity

Underlying dark shadow from dentin with or without localized enamel breakdown: Code 4

This lesion appears as a shadow of discolored dentin visible through an apparently intact enamel surface which may or may not show signs of localized breakdown (loss of continuity of the surface that is not showing the dentin). The shadow appearance is often seen more easily when the tooth is wet. The darkened area is an intrinsic shadow which may appear as grey, blue or brown in color. The shadow must clearly represent caries that started on the tooth surface being evaluated. If in the opinion of the examiner, the carious lesion started on an adjacent surface and there is no evidence of any caries on the surface being scored then the surface should be coded 0.

Distinct cavity with visible dentin: Code 5

Cavitation in opaque or discolored enamel exposing the dentin beneath.

The tooth viewed wet may have darkening of the dentin visible through the enamel. Once dried for 5 s there is visual evidence of loss of tooth structure at the entrance to or within the pit or fissure - frank cavitation. There is visual evidence of demineralization [opaque (white), brown or dark brown walls] at the entrance to or within the pit or fissure and in the examiner judgment dentin is exposed

The WHO/CPI/PSR probe can be used to confirm the presence of a cavity apparently in dentin. This is achieved by sliding the ball end along the suspect pit or fissure and a dentin cavity is detected if the ball enters the opening of the cavity and in the opinion of the examiner the base is in dentin. (In pits or fissures the thickness of the enamel is between 0.5 and 1.0 mm. Note the deep pulpal dentin should not be probed)

Extensive distinct cavity with visible dentin: Code 6

Obvious loss of tooth structure, the cavity is both deep and wide and dentin is clearly visible on the walls and at the base. An extensive cavity involves at least half of a tooth surface or possibly reaching the pulp

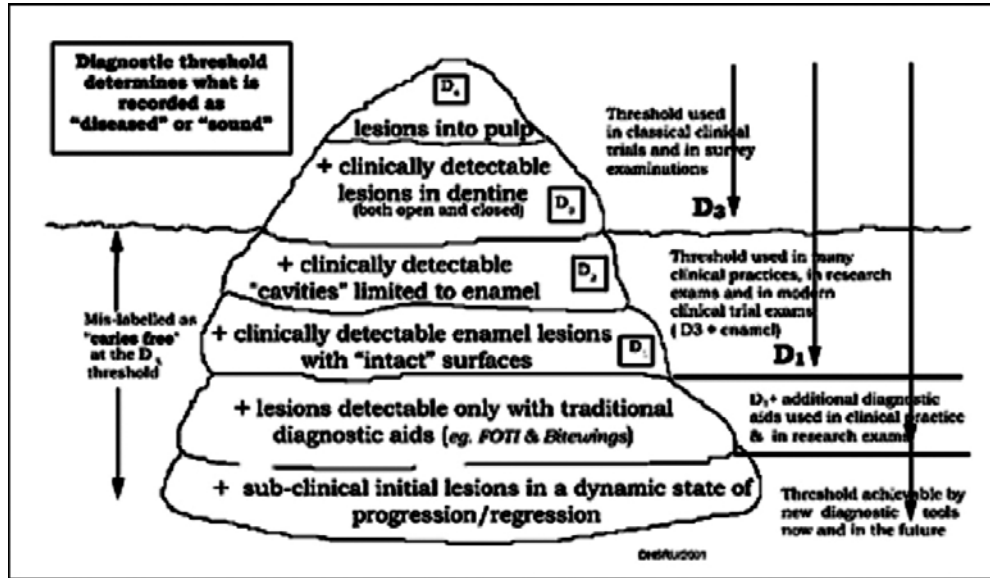


Fig. 1. The “iceberg of dental caries” –diagnostic thresholds in clinical trials and practice(adapted from Pitts NB, J Dent Res 83(Spec Iss C):C43–C47, 2004)

는 상당한 차이를 보인다(Fig. 1)⁵⁾. WHO 기준에 의한 치아우식증 진단은 외동형 우식병소(Cavitated caries lesions)에 초점을 두기 때문에 비 외동형 우식병소(Non-cavitated caries lesions)인 초기우식증은 완전히 간과되어 왔다^{6,7)}. 또한 검진자의 주관적 판단을 근거로 치아우식증을 이분법(있음/없음)적으로 평가하기 때문에 병소의 진행 과정을 정확하게 평가하기 힘들다⁹⁾. 따라서 과거에 비해 향상된 구강건강상태를 가진 환자들을 효과적으로 관리하기 위해서는 무엇보다도 치아우식증 탐지 및 평가에 대한 기준이 세분화 되어야 하며, 외동이 형성되기 전인 비 외동형 우식증에 대한 명확한 탐지 기준이 필요하다.

이러한 시대적 요구에 따라 치아우식증에 대한 통합적인 평가 기준을 개발하였는데, 이것이 바로 International Caries Detection and Assessment System(ICDAS)이다⁸⁻¹⁴⁾. 이 기준 체계는 시진에 의해 치아우식증의 진행 단계를 구분할 수 있도록 탐지 및 평가 기준을 제시함으로써 연구 및 임상분야 등 다양한 분야에서 활용할 수 있고, 따라서 영역별 구분 없이 치아우식증에 대한 표준화된 자료수집이 가능하게 되었다. 이에 본 연구에서는 치아우식증의 병적 변화 단계를 구분할 수 있는 ICDAS의 구체적인 의미와 분류 체계에 대해서 알아 보고, 나아가 이 시스템의 활용방안을 제시해 보고자 하였다.

본론

1. ICDAS의 의미

2002년 International consensus workshop on caries clinical trials(ICW-CCT)에서 치아우식증 탐지를 위한 새로운 평가 기준의 필요성이 제기된 후, 2004년에 이르러 연구자들은 기존의 역학적 평가 기준에 임상적 진단 기준까지 접목시켜 치아우식증 측정을 위한 새로운 평가 기준인 ICDAS를 제시하였다¹⁵⁾. ICDAS는 International Caries Detection and Assessment System의 약어이다. 이 명칭에서 특히 주목해야 할 것은 탐지(Detection)와 평가(Assessment)이다. 치아우식증의 탐지(Detection)를 의미하는 ‘D’는 첫째, 치아우식증 병소 진행의 단계, 둘째, 치아의 형태학적 특징(소와 및 열구와 평활면 등의 구분), 셋째, 해부학적 특징(치관과 치근의 구분), 넷째, 치아의 수복재 및 전색재의 상태를 정확히 구분하고자 하였다. 치아우식증의 진행 상태에 대한 평가(Assessment)를 의미하는 ‘A’는 외동 형성 유무에 따라 외동형 우식증인지, 비 외동형 우식증인지를 구분하였고, 더 나아가 병소 부위의 활성 정도에 따라 진행성 우식증인지, 정지성 우식증인지를 구분하기 위해 꾸준히 연구를 진행하고 있다. 종합적으로 볼 때, ICDAS는 치면의 수복 상태와 더불어 병소의 심도(Severity)까지 체계적으로 평가할 수 있는 기준을 제시하였다¹⁶⁾.

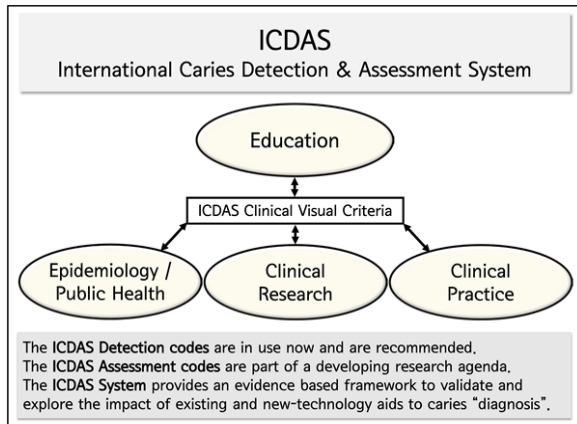


Fig. 2. Overview of the development of the International Caries Detection and Assessment System - ICDAS(adapted from www.icdas.org)

2. ICDAS 개발 목적

ICDAS는 기본적으로 'wardrobe concept'에 기초를 두고 있다(Fig. 2). Wardrobe란 사전적으로 다량의 옷을 넣어두는 키가 큰 옷장을 의미한다. 따라서 'wardrobe concept'은 옷장에서 때와 장소에 맞게 필요한 옷을 꺼내 입듯이 검사자가 병소의 상태에 최대한 부합하는 최적의 평가 기준을 선택할 수 있도록 하겠다는 의미를 내포하고 있다. ICDAS는 연구자들 임상가들 간에 종사 분야의 구분 없이 표준화된 기준을 바탕으로 치아우식증의 진행 상태를 탐지하고 평가할 수 있

도록 개발되었다⁸⁾. 또한 병소의 상태에 대한 평가 기준이 병소의 심도에 따라 매우 세분화되어 있기 때문에 진단 결과에 상당한 유연성(Flexibility)을 제공할 수 있다. 즉, 치아우식증에 대한 평가 기준을 세분화함으로써 연구자 및 임상가가 병소의 상태를 좀 더 정밀하게 파악할 수 있도록 한 것이다. 뿐만 아니라, 치아우식증 평가에 대한 지역적, 영역별 차이점들을 통합화시키는 것에 역점을 두었기 때문에, 최종적으로는 한 병소에 대해 통일된 평가 결과를 도출해 낼 수 있게 되었다. 이러한 통합되고 표준화된 ICDAS의 평가 기준은 치아우식증 진행 상태에 따른 정확한 평가를 바탕으로 병소에 대한 적절한 관리를 가능하게 했다. 또한 연구 및 임상분야에서 지난 수십 년 동안 사용해 온 치아우식증에 대한 용어나 분류 및 진단 기준 등이 서로 상이하여 초래된 여러 가지 문제점들을 해결할 수 있는 하나의 열쇠가 되었다.

3. 치관부의 치아우식증 탐지를 위한 ICDAS의 분류 체계

ICDAS는 치관부 및 치근부의 병적 이환 정도와 활성 상태를 탐지하고 평가하기 위해 개발된 도구이다. 그러나 현재까지 진행된 연구결과를 종합해 볼 때, 치관부의 병적 이환 정도에 대한 분류 체계만이 확립된 상태이다.

치관부의 치아우식증은 병소의 진행 정도에 따라 코드 0에서 6까지 총 7단계의 순서적으로 평가된다(Table 1, Fig. 3)¹⁵⁾. 치면의 특성에 따라 소와 및 영구 부분과 인접면을 포함

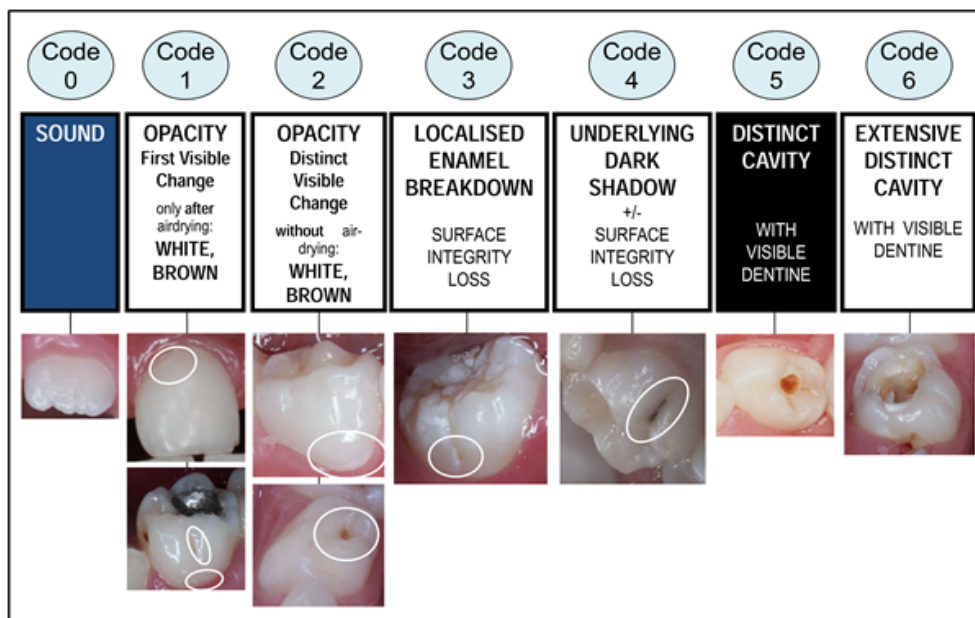


Fig. 3. ICDAS detection criteria and samples of caries lesions

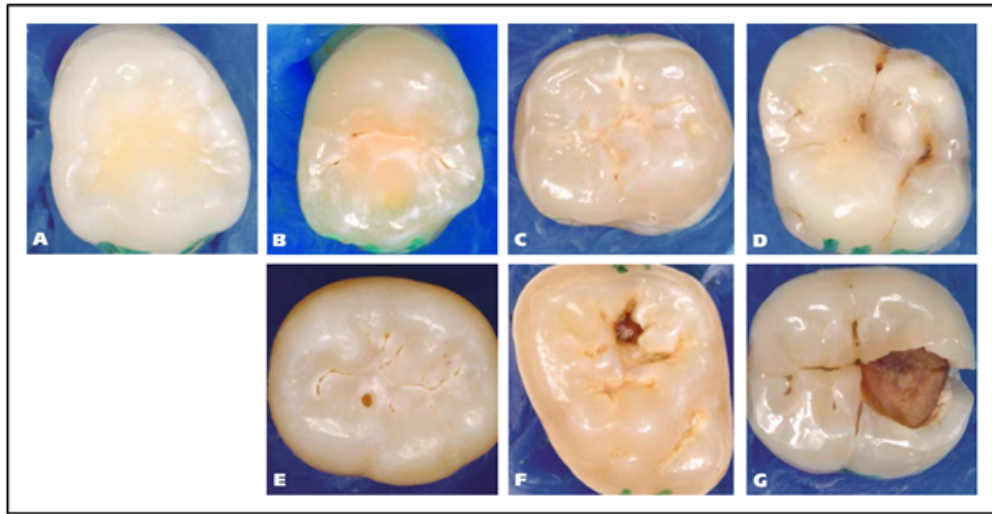


Fig. 4. International Caries Detection and Assessment System scores and corresponding descriptions. A. 0: Sound tooth surface. B. 1: First visual change in enamel. C. 2: Distinct visual change in enamel. D. 3: Microcavitation. E. 4: Underlying dark shadow from dentin with or without cavitation. F. 5: Distinct cavity with visible dentin. G. 6: Extensive distinct cavity with visible dentin(adapted from Zandon AF and Zero DT. JADA 2006;137(12): 1675-84)

한 평활면을 세분화하기도 하고, 치아의 인접면과 수복물 또는 실란트 주변의 이차 우식증에 대한 기록도 용이하도록 세분화되어 있으나, 모든 치면에 대한 일반적인 평가 기준은 다음과 같다¹⁷⁾. 코드 0은 건전한 치아를 가리킨다(Fig. 4A). 여기서 주의할 점은 법랑질 저형성증이나 불소증과 같은 치아우식증이 원인이 아닌 치아의 색 변화는 건전치아로 간주한다는 것이다. 코드 1은 '법랑질에 국한된 초기의 시각적인 변화(First visual change in enamel)'를 보이는 병소를 나타낸다(Fig. 4B). 코드 1에 해당하는 병소는 임상적으로는 치면이 타액에 젖어 있을 경우 병소 초기 단계에 나타나는 시각적 변화를 탐지하기 어렵지만, 공기·물 사출기로 5초간 치면을 완전 건조시킨 후에는 육안으로 뚜렷하게 흰색반점(White spot)을 확인할 수 있다. 코드 2는 '시각적으로 뚜렷한 색 변화를 감지할 수 있는(Distinct visual change)' 병소 상태를 나타낸다(Fig. 4C). 이 단계의 병소는 코드 1과 마찬가지로 비와동형 병소이고, 치면이 타액에 젖어 있는 상태에서도 명백하게 흰색반점을 확인할 수 있다. 코드 3은 상아질까지 이환되지 않은 병소 상태로 법랑질에 국한되어 치면에 국소적인 소실이 발생된 경우를 나타낸다(Fig. 4D). 코드 4는 법랑질의 손상여부와는 상관없이 우식 병소가 상아질까지 진행되어 치면 아래로 치아 내부의 어두운 변색이 감지되는 병소를 나타낸다(Fig. 4E). 코드 5는 상아질이 노출된 뚜렷한 병소를 나타내고(Fig. 4F), 코드 6은 코드 5보다 병소 범위가 좀 더 광범위하게 확장되어 치면의 절반 이상이 이환된 상아질 병

소를 나타낸다(Fig. 4G).

한편, 각 치아의 충전상태에 따른 분류를 첨가하기 위해 2자리수 기록법을 이용하기도 한다. 첫째 자리는 충전상태에 따른 탐지 기준이고, 둘째 자리는 앞서 설명한 병소의 심도에 따른 탐지 기준이다. 첫째 자리 평가 기록은 코드 0에서 9까지 총 10가지로 구분된다(Table 2)¹⁵⁾. 치면은 근·원심면과 협·설면 및 교합면으로 구분하고, 특히 상악중절치와 상·하악 대구치는 횡주용선이나 소와 및 열구에 의해 형태학적으로 더욱 세분화된다. 이렇게 세분화된 총 182개의 치면을 수복 상태(건전 치면, 전색 치면, 수복 치면, 치관 장착 치면, 상실 치면)에 따라 다시 세분화하여 분류한 것이다.

3.1. ICDAS의 타당도(Validity)

ICDAS 분류 체계에 대한 타당도를 검증은 치아우식증의 진행 과정을 정량적으로 측정할 수 있는지에 초점이 맞추어졌다. Ekstrand 등^{18,19)}의 선행연구에 따르면, 병소의 심도에 따른 ICDAS의 탐지 기준과 발치된 치아의 교합면을 횡절단(Cross-section)하여 조직학적으로 검사한 병소 깊이를 비교 분석하였다. 조직학적 점수는 0점에서 4점까지 구분하고, 건전한 치면은 0점을, 법랑질 외곽 1/2 내로 침범한 병소는 1점을, 법랑질 내부 1/2에서 상아질 외곽 1/3사이에 침범된 병소는 2점을, 상아질 중간 1/3까지 침범된 병소는 3점을, 상아질 내부 1/3까지 침범된 병소는 4점을 부여하였다. 동일 치아를 사진하여 ICDAS의 탐지 기준에 따라 점수를 부여한 후, 위의

조직학적 검사 점수와 상관계수를 분석하였다. 그 결과, Spearman의 상관계수가 0.75($p < 0.0001$)로 보고됨으로써, ICDAS의 평가 점수가 높을수록 병소 깊이도 증가하는 경향을 보임이 밝혀졌다. 이후 후속 연구들을 통해, 최종적으로 우식 병소의 이환 범위에 따라 ICDAS 코드 1은 최대 법랑질 외곽 1/2까지, 코드 2는 법랑질 내부 1/2에서 상아질 외곽 1/3사이로 결정되었고, 코드 3은 상아질까지 이환되지 않은 법랑질에 국한된 병소로, 코드 4는 법랑질 표면의 손상과는 상관없이 상아질까지 이환된 병소를 지칭하는 것으로 확립되었다^{17,20}.

3.2. ICDAS의 신뢰도(Reliability)

여러 선행연구들은 치아우식증 탐지 및 평가에 대한 ICDAS 검사의 신뢰도를 보고하였다. Ekstrand 등¹⁸)은 ICDAS 평가자 교육을 통해 훈련된 검사자들의 검사자 내 또는 검사자 간 (intra- and inter-examiner) 신뢰도를 분석한 결과, 검사자 내 카파 지수(Kappa coefficients)는 0.73~0.89로 보고되었으며, 검사자 간 카파 지수는 0.54~0.63로 보고되었다. Fyffe 등⁵)은 비 외동형 우식증에 대한 검사자 간 카파 지수를 0.47~0.53으로, 외동형 우식증에 대한 검사자 간 카파 지수를 0.64~0.66으로 보고하였다. Chesters 등¹⁰)의 연구에서도 2명의 검사자 간 카파 지수를 0.80 이상 보고함으로써, ICDAS 검사 결과는 매우 일관성이 높은 것으로 추정할 수 있다.

결론

모든 치과위생사는 치위생 관리 과정(Dental hygiene care process)에 대해 체계적인 교육을 받은 전문가이다. 이들은 환자에게 그들의 구강 상태에 적합한 통합적인 관리계획을 수립하고 그에 적절한 관리를 제공할 수 있다. 특히, 현재 전세계적으로 치아우식증 유병률이 낮아지는 역학적 상황을 고려해볼 때, 치과위생사가 주축이 되어야 하는 구강질환 관리 및 예방 업무의 중요성은 점점 더 부각되고 있다. 이러한 시대적 변화에 부합하여 성공적으로 환자를 관리하기 위해서는 무엇보다도 병소의 진행 상태에 따른 변화를 정확히 탐지하고, 적절한 평가를 내릴 수 있어야 한다. 일반적으로 치아우식증에 대한 임상적 진단은 병소가 탐지 되면 해당 병소의 깊이와 범위 등 심도를 평가하고, 그에 따른 활성 상태(Activity)를 평가하는 일련의 과정을 거치게 된다. 이러한 임상적 진단과정에 앞서 초기우식증을 예비 진단하는 동안 연구 및 교육과 임상 현장 등에서 통합적으로 활용할 수 있도록 개발된 ICDAS를 활용하여 초기우식증을 탐지하고 평가한다면, 우리 치과위생사는 환자의 구강건강상태에 대한 평가 및 관리를 위한 좀 더 나은 의료 서비스를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

References

1. Marthaler TM, Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res* 2004; 38(3): 173-81. <http://dx.doi.org/10.1159/000077752>.
2. Ministry of health and welfare. 2010 National dental health survey: II. Report on the results of the survey. Seoul: Ministry of health and welfare; 2010: 191.
3. Ismail AI, Diagnostic levels in dental public health planning. *Caries Res* 2004; 38(3): 199-203. <http://dx.doi.org/10.1159/000077755>.
4. Clara J, Bourgeois D, Muller Bolla M, DMF from WHO basic methods to ICDAS II advanced methods: a systematic review of literature. *Odontostomatol Trop* 2012; 35(139): 5-11.
5. Pitts NB, Modern concepts of caries measurement. *J Dent Res* 2004; 83 Spec No C: C43-7. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910408301S09>.
6. Zandon AF, Zero DT, Diagnostic tools for early caries detection. *J Am Dent Assoc* 2006; 137(12): 1675-84. <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0113>.
7. Pitts NB, Safeguarding the quality of epidemiological caries data at a time of changing disease patterns and evolving dental services. *Community Dent Health* 1993; 10(1): 1-9.
8. Pitts NB, Stamm JW, International consensus workshop on caries clinical trials (ICW-CCT)—final consensus statements: agreeing where the evidence leads. *J Dent Res* 2004; 83(suppl 1): C125-C8. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910408301S27>.
9. Ismail AI, Visual and visuo-tactile detection of dental caries. *J Dent Res* 2004; 83 Spec: C56-66. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910408301S12>.
10. Chesters RK, Pitts NB, Matuliene G, Kvedariene A, Huntington E, Bendinskaite R, et al. An abbreviated caries clinical trial design validated over 24 months. *J Dent Res* 2002; 81(9): 637-40. <http://dx.doi.org/10.1177/154405910208100912>.
11. Fyffe HE, Deery C, Nugent ZJ, Nuttall NM, Pitts NB, Effect of diagnostic threshold on the validity and reliability of epidemiological caries diagnosis using the Dundee Selectable Threshold Method for caries diagnosis (DSTM). *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28(1): 42-51. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0528.2000.280106.x>.
12. Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA, Occlusal caries: pathology, diagnosis and logical management. *Dent Update* 2001; 28(8): 380-7.
13. Ekstrand KR, Ricketts DN, Longbottom C, Pitts NB,

- Visual and tactile assessment of arrested initial enamel carious lesions: an in vivo pilot study. *Caries Res* 2005; 39(3): 173-7. <http://dx.doi.org/10.1159/0000847-94>.
14. Ricketts DN, Ekstrand KR, Kidd EA, Larsen T. Relating visual and radiographic ranked scoring systems for occlusal caries detection to histological and microbiological evidence. *Oper Dent* 2002; 27(3): 231-7.
 15. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, et al. The international caries detection and assessment system (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007; 35(3): 170-8. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0528.2007.00347.x>.
 16. Pitts N. "ICDAS"-an international system for caries detection and assessment being developed to facilitate caries epidemiology, research and appropriate clinical management. *Community Dent Health* 2004; 21(3): 193-8.
 17. Jablonski Momeni A, Stachniss V, Ricketts DN, Heinzl Gutenbrunner M, Pieper K. Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 2008; 42(2): 79-87. <http://dx.doi.org/10.1159/000113160>.
 18. Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res* 1997; 31(3): 224-31. <http://dx.doi.org/10.1159/000262404>.
 19. Ekstrand KR, Kuzmina I, Bj rndal L, Thylstrup A. Relationship between external and histologic features of progressive stages of caries in the occlusal fossa. *Caries Res* 1995; 29(4): 243-50. <http://dx.doi.org/10.1159/000262076>.
 20. Goodman SN. Meta-analysis and evidence. *Control Clin Trials* 1989; 10(2): 188-204. [http://dx.doi.org/10.1016/0197-2456\(89\)90030-5](http://dx.doi.org/10.1016/0197-2456(89)90030-5).