

디지털 치과방사선 영상 중심의 통합 치과 임상 진단시스템 개발

연세대학교 치과대학 치주과학 교실/연세대학교 치과대학 부속병원 세브란스 치과병원

이 승 원

ABSTRACT

Development of the integrated diagnostic system using digitized radiological image in dentistry

Part 1 Theoretical background and developmental strategies

Yi Seung-Won

Dept. of Periodontics, College of Dentistry, Yonsei University

The general problem of diagnostic systems is to discriminate among possible states of the object under the interested observation and examination, and to decide which one actually exists. The diagnosis in any of its forms is to find the signal among the noise background. The interpretation of radiographic images for diagnosis has also the same problem to detect signals in a background of interference or noise. It attempts to localize the signals and to classify them. With the advent of new technology of image processing and radiation imaging detectors, the differentiation of signal from noise can be done easier than before and also any kinds of mathematical analysis are possible for an objective diagnostic decision.

To prevent underdiagnosis and overdiagnosis, the theory of probabilistic theory can be utilized and the other informations of clinical examination data have to be included. This kind of the integration in the diagnostic system will satisfy the several aspect of efficacy-image, observer, diagnostic, outcome and societal terms and is also necessary for patients and clinician to make the right diagnosis and right treatment plan.

The easiness of the diagnostic system is also strengthened by the utilization of user interface theory and esthetic improvement. If treatment plan based on the evidence-based strategy and the casuality is included in the integrated diagnostic system, the system will be differentiated and show the superiority over any other systems in dental market in terms of clinical effectiveness and socioeconomical efficacy.

Key words : diagnostic theory, cost-effectiveness, digitized radiographical image, evidence-based treatment, image processing technique, integrated diagnostic system, probability theory

서론

치과방사선 이미지를 이용하여 상용화된 시스템들 대부분은 방사선 이미지 capturing과 display에 머무는

초기단계이며 진단에 필요한 정보를 제공하는 기존 차트와의 연계성이 이루어져 있지 않아 진단에 특별한 기여를 하지 못하고 있다. 과학적으로 증명된 치료 프로토

※ 본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.(HMP-98-G-1-022)

콜에 기초를 둔 임상 검사 자료와 치료 방사선 이미지 자료가 통합된 진단시스템의 개발은 실제 임상에는 진단의 정확성을 높일 뿐만 아니라 치료 방법선택에 필요한 의사결정과 치료의 평가에 필수적인 작업이다.

치료 진료의 정확도를 높이기 위하여 진단, 판독방법의 향상과 오류를 예방하기 위한 여러 가지 소프트웨어 개발이 요구되고 있다. 현재 여러 가지 영상 처리 기법의 도입과 함께 임상적으로 필요한 기법들이 실제 임상에서 쉽게 사용되고 치료 질환의 진단과 치료에 적용될 수 있도록 하는 것이 연구되어야 할 과제이다⁶. 치료 진단에 있어서 치료방사선 이미지를 사용하고자 할 때 방사선으로 얻을 수 있는 임상적 가치와 함께 방사선의 위험성사이에서 균형을 잡을 필요가 있다. 최대의 진단능을 얻으면서 방사선 조사량을 최대한 줄이는 것이 필요하다. 현재 방사선사진의 임상적 가치에 대하여 치료 분야 뿐만 아니라 다른 의료 분야에서도 의문의 여지가 없다. 그러나 방사선 진단은 약 30% 정도의 타자 검사자간 (interexaminer agreement) 불일치가 있고 동일검사자 (intraexaminer agreement)에서도 약 20%의 불일치를 보이고 있다^{22, 23}. 이것은 실제 있는 병변을 간과할 가능성이 있다는 것을 의미하는 것으로 판독자간에 주관적 편이에 의하여 진단상에 여러 가지 오차가 개입되고 있는 것이다. 현재까지의 방사선 이미지의 판독은 주로 아날로그형의 정보에 의하여 경험적으로, 해부학적 landmark 위주의 판독으로 20% 이상의 오차를 가지고 있으며 이와 같은 오차는 과소 치료와 과잉 치료 (undertreatment/overtreatment)의 원인이 되고 있다. 이러한 오차를 줄이기 위하여, 이미지의 주관적 판단에 의존한 이미지 판독의 불일치를 해소하기 위하여 방사선 이미지의 수량화는 진단의 객관화를 위하여서 필요한 것이다⁶.

이와 같이 방사선학적인 시스템적 오차를 줄이고 또한 임상적 정보의 통합화를 통하여 시스템적으로 지원 가능한 진단 소프트웨어는 올바른 치료를 위하여 필수적으로 개발되어야 한다.

이 논문의 목적은 통합적인 진단시스템의 개발을 위해 진단시스템의 요구사항, 구성요소 그리고 인터페이스와 관련된 실천 목표와 기본적인 진단 및 치료 전략을 수립하는데 있다.

방사선 진단의 객관화를 위한 진단시스템 개발을 위한 전제조건

방사선 검사시 주관적인 판독으로 인하여 과소 진단과 과잉 진단 (underdiagnosis/overdiagnosis)이 생긴다. 이러한 이유로 인하여 실제 방사선 기술을 세밀하게 평가할 필요성이 있다. 객관화를 위하여 다음과 같은 인자들을 고려하여야 한다.

- 방사선 기기 및 조작
- 방사선 촬영 방법
- 진단 검사의 검사치 범위, 평가 threshold와 정확도(민감도와 특이도 그리고 Receiver Operating Characteristic(ROC) Curve에 의한 상대적 정확도의 평가)
- 방사선 이미지상의 질환의 여부 진단 threshold(민감도와 특이도 그리고 ROC Curve에 의한 상대적 정확도의 평가)

방사선 이미지의 디지털화로 좀 더 수량화된 진단을 통한 객관성 있는 진단을 위하여 다음과 같은 기본적인 전제를 가지고 진단 시스템을 구현한다면 효용가치 (cost-effectiveness)면에서 많은 도움을 얻을 수 있을 것이다.

Fryback은 진단 이미지 시스템 평가를 위해 다음 4가지 전제를 제안하였다. 이 제안은 연구 목적과 디자인을 위하여 고려되어야 할 최종 목적이 될 수 있다.

■ 전제 1: 진단 시스템의 목적은 환자에게 순익을 확실하게 제공할 수 있어야 한다.

평균적으로 환자들이 손실이 아닌 이익을 진단시스템을 통해 얻을 수 있어야 하며 환자의 건강 상태를 향상시키는 것이 가장 중요한 목적이다.

■ 전제 2: 시스템 구성성분간에 원활한 상호작용이 있어야 한다.

이미징 과정은 세 부분의 사용 구성성분들, 이미징 장비(imaging device), 이미지 판독자, 그리고 임상적 사용자간에 상호 작용하는 시스템이며, 환자에게 제공되는 잇점은 세 가지 부분의 상호 작용 없이는 발생하지 않는다는 것을 의미한다. 그러므로 임상가들이 방사선 이미지의 임상적 가치에 영향을 주는 인자들에 대한 깊은 이해의 중요성을 인식하여야 하며 방사선 이미지

생성과정과 관련된 시스템 오차에 대한 깊은 지식이 필요하다.

■ 전제 3: 다양한 환자 병력 데이터 베이스의 구축이 필요하다.

진단 이미지 시스템은 환자에 대한 유일한 정보의 원천은 아니다. 병력, 신체검사, 이학적 다른 진단 검사 등의 다양한 자료를 이용하여 방사선 이미지와 다른 가치를 가진 정보를 얻을 수 있다. 즉, 정보량이 많은 정보에 비해 효율성이 낮다는 것은 아니다. 진단 시스템이 정확도 면에서 좀 떨어진다 하더라도 저렴한 기술로 충분한 정보를 얻을 수 있는 경우도 있다. Wulff는 진단자체가 목적이 아니라는 것을 지적하였다.

진단 시스템이 예후 판단이 빠르게 이루어지도록 하고 치료에 대한 의사 결정, 그리고 cost-benefit 관점들이 모든 진단 과정에서 고려되어야 할 사항이다. 이를 실현하기 위하여 방사선 이미지의 진단적 특성인 높은 특이도와 낮은 민감도의 단점을 보완하기 위한 임상 자료와의 연계성을 높인 사용자 인터페이스가 필요하다.

■ 전제 4: 진단의 다기능 함수 특성이 시스템내에서 실현되어야 한다.

진단과 치료는 단순한 함수로 표현할 수 있는 단순한 활동이 아니며 분산된 선택성과 그와 관련된 확률적 결과에 의하여 좌우되는 확률의 분산함수 특성을 가지고 있다. 또한 의사 결정자의 진단특성을 갖는 직관성도 쉽게 수용되도록 하여야 한다. 또한 진단 확률에서 모든 변화가 치료에 바로 결과를 가져다주는 것은 아니다. 진단 시스템의 결과 유용성은 여러 가지 방법으로 측정하고 수량적으로 표현할 수 있다는 것을 의미한다.

진단 결과의 정확도, 유용성 수준과 그와 일치하는 결과를 표현하는 방법은 다음과 같으며 사용자 인터페이스에 각 전제별 수준과 관련된 인자들이 실현되고 세련화되어 있어야 한다.

제 1 수준: 하드웨어적인 기술능

새로운 기술이 비슷한 질적 정보를 줄 수 있는 다른 방법보다 <필요한> 이미지를 가하는 문제이다. <필요한>이라는 용어는 방사선학적으로 고해상도(sharper image-higher resolution), 높은 대비(higher contrast), 낮은 잡음(less noisy), 세련된 이미지

(prettier image)로 표현할 수 있다는 것을 의미한다. 세련된 이미지는 실제 유용한 정보를 제공할 수 없다면 기술의 임상적 중요성과는 상관이 없다. 관련 중심어로는 image efficacy-line pair의 해상도, modulation transfer function, gray scale step 들이다.

제 2 수준: 정확도 문제-사용자의 주관적 편의를 줄일 수 있는 수량적 권고안을 제시할 수 있는 사용자 인터페이스가 고안되어야 한다.

이 수준은 진단분석상의 정확도에 관한 문제로, 특히 개발된 진단 기술이 다른 방법에 비해 향상된 정확도를 가지는가에 대한 문제이다. 이러한 정확도를 위하여 진단의 평가기준(criteria)과 질병의 발생률과 구조적 잡음과 상관없이 적절한 수준의 정확도를 얻을 수 있도록 새로 개발될 시스템의 평가 기준(golden standard)을 제시하는 것이 중요하다. 이에 대한 수치적 평가를 위해 시스템의 ROC를 각각의 정확한 수준에 맞게 작성하여 진단의 정확성을 확인하는 것이 현재의 가장 좋은 방법이다. 정확도는 진단 시스템이 어떤 상태의 객체를 다른 상태의 객체와 구분 판단하는 내적 능력을 말한다. 정확도 지수는 어떠한 의사 결정을 하던 간에 편의나 혹은 의사 결정을 위해 선택된 기준에 상관이 없어야 하는데 ROC 분석은 정확도의 순수한 지수를 제공한다. ROC 방법은 의사 결정후 사후 확률(Posterior Probability)인 진 양성(True positive: TP), 위 양성(False positive: FP), 진 음성(True negative: TN), 위 음성(False negative: FN)들을 분석할 수 있다는 것이다. 진단은 실제 측정기구를 이용하여 측정되므로 측정 기기는 각각의 해상도를 가지고 있는 것처럼 진단 시스템도 이 해상도에 따라 정확도가 정하여 진다.

진단 시스템의 정확도를 표현하는 민감도(sensitivity), 특이도(specificity), 그리고 사후 확률에 해당하는 예측도(predictive value)는 잡음에 해당되는 위 양성(FP)과 관련성이 있으며 진단하고자 하는 변수와의 관계는 조건 확률(conditional probability)을 따르고 있다. 진단의 정확도(precision)의 변수들 중 하나인 민감도는 어떠한 병을 갖고 있는 조건을 찾아내는데 있어서 검사가 얼마나 정확한가 하는 것으로 민감도는 $P(T+|D+)$ 로 표현되고 민감도가 높다는 것은 음성비(FN rate)가 낮다는 것이다.

특이도는 어떠한 조건이 없는 것을 얼마나 정확하게 알 수 있는가 하는 것으로 특이도는 P(T-ID-)로 표현된다. 특이도가 높다는 것은 FP가 낮다는 것이다. 이들 모두 사전 확률로써 이 검사를 통해 알 수 있는 것은 실제 검사가 병을 정확하게 말하고 있는 예측치(predictive value)이며 각 positive와 negative에 해당되는 것은 각각 P(T+ | D+), P(T- | D-)이다. 그 관계를 Bayes theorem이라고 하며 다음과 같다.

$$P(D \cap T) = P(T | D)P(D) \text{-----}(1)$$

교략 확률 이론에 의하면 (1)식은

$$P(T | D) = P(D \cap T) / P(D) \text{-----}(2)$$

여기서 D(disease)는 전체 사건의 확률상이고 T(test)는 class(계급 변수: Test상의 일반상) ti를 나타낸다. 식(1), (2)에서 두식간의 관계는

$$P(D \cap T) = P(D | T)P(T) = P(T | D)P(D) \text{---}(3)$$

다시 풀면,

$$P(T | D) = P(D | T)P(T) / P(D) \text{-----}(4)$$

식 (3)에서 D, T를 치환하면, 확률상 D가 관찰될 때 class i일 확률 P(ti | D)를 계산할 수 있다. class가 ti일 때 D를 관찰할 수 있는 확률인 P(D | ti)를 알아야 한다.

식 (4)에서

$$P(Ti | D) = P(D \setminus Ti)P(Ti) / P(D) \text{-----}(5)$$

여기에서 일반화를 위하여 각 사건의 합을 나타내는 식으로 나타내면,

$$P(ti \setminus D) = P(D \setminus ti)P(ti) / \sum P(D \setminus ti)P(ti) \text{--}(6)$$

이 식에서 P(ti)를 사전 확률이라고 하고 벡터량 D에 상관없이 class i가 독립적인 unconditional probability이다. 그리고 P(ti | D)는 class ci일 때, 벡터량 D의 밀도로서 사후 확률이라고 한다. 이의 관계를 통해 진단의 순수한 정확도 지수(index of accuracy), 즉 진단 시스템의 내적 구별을 계산할 수 있다. 이것은 TP(signal)와 FP(noise)를 기반으로 의사 결정 기준에 따라 두 확률의 관계를 나타낸다. 여기에서 중요한 지수는 P(FP)이고 여기에 일치하는 normal deviate value(Zk)와 그 지점에서 ROC slope인 β가 중요한 지수이다. β는 통계적 유의성 0.05나 0.01내에서 TP와 FP 사이의 균형을 잡을 수 있는 기준을 제공한다. 즉 진단의 최대 효용가치를 줄 수 있는 기준을 의미한다. 즉 P(TP) - βP(FP)가 최대인 때를 의미한다. 관련수식은

$$\beta = \{P(D) | P(T)\} \cdot \{(D_{TN} + T_{FP}) | (D_{TP} + T_{TN})\} \text{---}(7)$$

이 수식에 의해 각 조건에 따라 실제 상황과 비교하여 분석자료간의 오차를 명확히 계산하여 분석물의 정확도를 제공할 수 있다. 이와 같이 ROC curve의 목적은 관찰자의 의사결정 기준과 상관없는 정확도 지수를 얻기 위한 것이다. 따라서 확률적인 오차를 최대한으로 감소시키면서 최대한의 정확도를 수량적으로 결정하여야 한다. ROC 분석은 의사결정 기준의 지수를 제공하고 또한 주관적(신호가 있을 것이라는 주관적 믿음) 확률과 의사 기준을 결정하는 유용가치를 같이 반영한다.

제 3 수준: 진단적 효율성과 효과

관련 중심어들은 진단적 효율성(Diagnosite efficacy-change in clinicians diagnostic probabilities)으로 진단의 영향에 미치는지에 대하여 새롭게 개발될 기기가 현존의 이미지 기술과 진단 방법을 대치할 수 있는가 혹은 보충적인가 하는 문제이다.

제 4 수준: 신기술의 효율성관점

관련 중심어는 처리 효율성(Management efficacy)이며 관련 용어는 % times therapy changed, % change to appropriate therapy, % judged helpful 이다. 환자 치료에 신기술이 현저한 변화를 가져올 것인가 하는 문제이다. 그러나 명확한 이미지와 보다 향상된 정확도를 제공한다 하더라도 실제 환자 치료에 있어서 어떠한 잇점도 제공하지 못한다면 그 기술의 가치는 무의미하다.

제 5 수준: 신기술의 환자 중심의 효용 가치적인 관점

관련 중심어들은 결과 효율성(outcome efficacy)으로 관련 용어로는 change in quality-adjusted life-years, survival rates, % cures 들로써 신기술이 환자 치료의 예후에 실제적으로 영향을 주는가 하는 문제이다.

그러나 실제 결과의 예후에 대한 판단에 기여하지 못한다면 정확도 자체는 중요하지 않다는 것이다.

제 6 수준: 신기술의 사회경제적인 효용 가치적인 관점

관련 중심어들은 사회 경제적 효율성 (socioeconomic efficacy)으로 관련 용어로는 summed quality-adjusted life-years, age-adjusted survival rates로 사회학적 관점과 관련된 것이다. 사회 경제적 자원들이 환자 치료와 보건향상보다는 다른 곳에 사용되면서 실제 더

좋은 잇점을 제공한다면 보건에 사용되는 자원을 사회적 기여도와 함께 고려하여야 한다는 것이다. 신기술 자체가 실제 적절하게 사용될 것인가 하는 문제는 각 수준에 관련된 고려사항과 함께 평가되어야 할 것이다.

진단능 향상과 기능 접근성 향상을 위한 인터페이스의 목표

진단능 향상을 위한 기술

진단부위의 이미지 프로세싱과정(Digital image processing of radiography)을 통해 진단능(diagnostic capabilities)이 획기적으로 향상되고 동영상 혹은 일시적 고정 영상의 도움으로 수술 안정성을 향상시킬 수 있다. 이와 같은 목적을 위해 다음과 같은 기능이 진단시스템에 통합되도록 한다^{2, 13}.

◆이미지 정렬로써 시간적 간격을 둔 표준화된 방사선 이미지를 정렬하여(image alignment) 고가의 파노라마 방사선 뷰(panoramic radiographic view)를 대체할 수 있도록 한다.

◆대비, 명암 그리고 평면 기하를 기준으로 교정(correctness)하고 감산(subtraction)하여 이미지의 민감도를 증가되도록 한다.

◆각 치아와 변화가 없는 부위의 골 조직들이 이미지 상에서 중요한 해부학적 구조물(vital organ structure)과 구별될 수 있도록 neutral background 상에서 어떤 변화를 보이지 않게 하여 주위 중요 구조물에서 상황 변화를 빠르고 객관적으로 확인할 수 있게 한다².

◆각 변화량을 색채화하거나 술전 이미지에 중첩(superimposition)하여 이미지의 차이를 이미지 영상 처리를 통하여 이미지의 시각적 향상(visual enhancement)을 극대화할 수 있고 객관성 자료 분석을 위하여 정보의 수량화가 될 수 있도록 한다^{23, 24}.

◆양적 감산 처리 방법(Quantitative subtraction)은 reference wedge를 이용하여 골의 양적 변화를 계산할 수 있도록 하고 감산 이미지(subtraction image)의 음영 수준의 정보(gray level information)를 이용하여 그 변화를 수량적으로 추적 분석 가능해야 한다^{16, 17, 20, 23, 24}.

◆이미지와 병력 차트와 연결시켜 다차원적인 환자 관리용 데이터 베이스를 구축할 수 있어야 한다.

◆짧은 시간에 많은 병력 자료의 처리를 통하여 이미지 상으로 치료 전후의 비교 설명이 가능하도록 하여 환자에게 치료에 대한 신뢰감을 제공하고 안락함을 최대한으로 보장할 수 있게 한다.

진단 시스템의 사용자 인터페이스의 목표

문화적 경제적 다양성을 수용할 수 있는 범용성(global use)과 세련성이 모든 소프트웨어 및 하드웨어 인터페이스의 편리성과 차별성을 결정짓는 중요한 열쇠이다. 이것은 사용자들이 보다 빠르게 경제적 시간적인 낭비 없이 시스템을 사용할 수 있도록 한다. 문화적 및 사회적 변이성을 수용하기 위하여 명령어를 최대한으로 줄이고 보편적인 아이콘(icon)을 도안하고 실행 체계의 통일성과 보편성이 있는 international visual design 들이 이용되어야 한다. 그리고 지역 혹은 국가별 언어(local language)의 시각적 구성성분을 적절히 조성하고 국제적으로 널리 통용되는 icon을 이용하여 문자형 명령어를 최대한으로 제거한다. 사용자의 편의성과 심리적 안락함을 줄 수 있도록 시각적 feedback을 제공하고 텍스트를 가능한 줄여 직접조작(direct manipulation)이 용이하도록 하여 제품의 국제화를 가능하게 하고 다중 언어의 접근성을 용이하게 한다. 또한 문화적으로 적절한 심미성을 제공하여 친숙함과 세련함을 고양하면 시스템의 질을 높일 수 있다.

이러한 인터페이스의 개발을 위하여 다음과 같은 기본적인 사용자 인터페이스의 목표를 유지하여 디자인의 규칙이 개발단계에서 필히 실현되어야 한다².

- 일관성 유지- 메뉴, 다층적 메뉴 그리고 도움말 등에 용어의 일관성을 유지한다.
- 높은 속도감 유지- 빠른 사용속도를 위하여 모든 동작에 대한 shortcut를 제공한다.
- 작동 오류의 예방- 작동의 오류를 예방 차단하기 위하여 informative feedback을 유지한다. 그리고 단순한 오류 교정을 위한 인터페이스가 있도록 한다.
- 사용자의 심리적 안정성 유지- 작업의 안전성, 신뢰성을 유지하기 위하여 단계별 작업이동시 질문(dialogue)에 관한 인터페이스를 제공한다. 메뉴 작동의 역작동이 쉽게 되도록 하여 유연성을 제공한다. 그리고 가능한 작동의 많은 부분에 대한 잠재적 예

측성을 추구하여 시스템의 내부 부분에서 제어되도록 한다.

- 사용자 부담감 감소- 사용자들에게 short-term memory load가 적도록 기억 유발을 위한 mnemonics을 이용하고 연속적인 동작이 되도록 연속성을 제공한다.

높은 정확도와 편리성을 위한 진단시스템에 필요한 사항

새로운 진단시스템의 사용자 인터페이스의 개발은 다음과 같은 순서에 따라 개발한다. 시스템의 전체적인 구축과 사용자 인터페이스 개발이 서로 긴밀하게 맞물려 있으므로 각 구성부분에서 생기는 시스템의 오류를 줄이기 위하여 사용자 인터페이스에 고려되어야 할 사항들은 다음과 같다⁴⁰.

사용자 인터페이스를 위한 인간 공학적 고려사항

사용자 수준을 다음과 같은 인터페이스와 관련된 기본적 사항을 인터페이스 개발의 모든 단계에서 고려되도록 하였다.

- ◆ 모든 단계의 컴퓨터 작업에서 컴퓨터 초보자도 쉽게 이해할 수 있어야 하며 명령(command level)만 아니라 주위 화면구성의 배경에서도 시각화되어 있어야 한다.
- ◆ 일상적인 분석 작업을 실행하기 위하여 너무 범용적인 명령어 사용을 제한하고 단일 기능과 연결한 명령어를 지정하여 직관적인 이행이 되도록 한다.
- ◆ 화면 배경(display background)에는 text가 명확한 대비를 가지도록 한다.
- ◆ 사용자(operator, control, maintenance personnel)의 작업 수준에 상관없이 쉽게 수행할 수 있도록 한다(최소한의 기술, 습득시간을 최소화).
- ◆ 사용자와 시스템의 결합에 신뢰성이 있도록 한다.
- ◆ 시스템내 디자인 표준화를 최대한으로 확보하도록 한다.
- ◆ 분야별 구미에 맞고 또한 심미성이 유지되어 작업향상성이 보장되도록 한다.

이와 같은 기준 사용자 인터페이스의 권고안을 가지고 각각의 구성인자에 대한 연구 개발 과정은 다음과 같다.

방사선 촬영기와 관련된 사항

방사선 촬영과 관련된 인터페이스 문제로는 방사선 촬영 방향, 노출 변수와 방사선 필름 처리과정들이 변이성을 일으키는 가장 큰 오차 요인이다⁴⁰. 조사 방향의 일치된 재현을 위하여 X-ray source-collimation이 5cm 혹은 6cm 이내이고 촬영 각도(object angulation)가 3도 이내에서 재현되도록 해야 감산 이미지 기법(subtraction image processing)에서 골 변화량이 시스템 오차이상으로 탐지될 수 있다고 할 수 있다^{40, 41}. 다시 말해 재현성이 높은 방사선 이미지(reproducible projection geometry)를 얻기 위해서는 통상적인 positioner의 개량과 함께 transformation method와 같은 새로운 수학적 알고리즘의 개발이 필요하다. 그래서 baseline image의 해부학적 기하 형태에 일치된 follow-up image의 자동적 중첩(superimposition)이 가능하도록 할 필요가 있다^{41, 42}.

기존 사용자 입장에서 sensing device의 크기를 성인용 표준 필름 크기와 동일하게 한다. 높은 해상도를 가진 센서 개발을 위하여 CCD를 이용한 X-선 센서의 개발에 있어서 X-선 정보 획득의 원리는 아주 중요하다. 일반적으로 CCD용으로 사용되는 가시광선에 감도가 높은 CCD를 사용 시에는 X-선에 대한 감도가 낮으므로 형광물질을 이용하여 X-선을 가시광선대의 파장으로 변환시켜 CCD에서 정보를 얻을 수가 있다. 이와 같은 형광물질의 사용으로 어느 정도의 정보손실과 영상의 질 저하를 가져올 수가 있다. 따라서 연구를 통하여 가장 최적의 형광물질을 선정하여 적용하여야 한다.

치과방사선 이미지에 필요한 이미지 프로세싱 종류와 방법과 관련된 사항

상술된 목적을 실현하기 위하여 필요한 이미지 처리 기능³⁹들은 다음과 같이 생각할 수 있다.

첫째 단일 방사선 이미지의 분석방법으로 시각적 방사선 이미지 분석은 이미지의 단순한 디지털화에 의한 것으로 각 병변 부위를 gray scale의 차별화(8bit-256 gray scale)를 통해 대비(contrast)와 edge enhancement와 같은 이미지 처리과정으로 병변의 시각적 판독을 용이하게 한다^{41, 48}. 둘째, 시계열적 분석(longitudinal analysis of radiographical image)

을 위한 이미지 처리 과정으로 시간별 간격을 두고 촬영된 이미지의 분석은 질환의 진행여부를 판단하는 가장 중요한 방법 중의 하나이다. 이를 위하여 사용되는 방법으로는 감산 방사선 처리 방법 (Subtraction Radiography)을 들 수 있다. 구조적인 잡음 (signal noise)을 줄이기 위하여 개발된 방법으로 시계열적 분석을 위하여 시간적 간격을 두고 촬영한 방사선사진을 균일한 gray scale로 디스플레이한 후, 변화가 있는 부위를 제외한 부위의 잡음을 제거하고 실제 변화부위를 증폭시켜 분석하는 방법이다. 이 방법을 통한 진단능의 증가는 임상가들에게 임상적 의사결정을 크게 향상시킬 수 있다. 다시 말해, 치아우식, 치주질환^{43, 44}, 그리고 치근단 병소를 찾아내고^{43, 45} 감별진단 등 대부분의 치료과질환을 보다 정확하게 찾을 수 있도록 한다. 또한 수량화를 통한 객관적 진단능을 높이기 위하여 subtracted image를 이용하여 주관적 편의를 감소시킬 수 있다. 또한 방사선의 비균일화 (inhomogeneity)와 확산성을 gray level에 심각한 차이(gamma difference)를 초래하기 때문에 이를 보완하기 위하여 gamma correction algorithm이 필요하다. 그리고 부분적으로 scattered radiation과 x-ray hardening 등에 의한 오차를 보완할 수 있는 방법도 고려되어야 한다⁴⁹. 셋째, image capturing에 필요한 사항들은 다음과 같다. 이미지를 전체적으로 판독할 수 있는 이미지 배열 (Alignment)로써 시계열 분석을 위하여 일치된 이미지의 중첩이 필요한데 edge detection algorithm의 개발이 필수적이다. edge detection algorithm을 적용하면 gray level의 높은 대비가 있는 부위는 겹게 나온다. 이러한 gray level의 단계별 차이를 파악하고 overlapping되는 이미지를 올리면 high-contrast line이 overlap되므로 올바른 superimposition을 알 수 있다^{46, 47, 48}.

그리고 마지막 기술은 실시간 감법(real-time subtraction)으로 시각적으로 모든 follow-up image를 overlapping할 때까지 조정하는 방법이다. 모니터 상에 follow-up image가 참조되는 해부학적인 부위를 flickering하여 아무런 움직임이 없을 때까지 조정하여 올바른 superimposition을 아는 방법도 있다.

Capturing 시에 이미지를 디지털 신호로 받는 과정으로 frame grabber와 analog-to-digital converter에 의해 오차가 생길 수 있다. sensor를 비디오 카메라로 사용한 경우, 방사선 이미지 배경의 광원, 광학 렌즈를 장착한 비디오 카메라도 오차가 생길 수 있어 gamma correction을 하여야 한다. 그러나 sensor가 바로 이미지를 capturing할 수 있다면 이러한 오차를 줄일 수 있다. 또한 analog-to-digital converter는 digital subtraction radiography에서 주요한 오차이므로 보다 이를 최소화하기 위한 기술 개발이 필요하다.

◆디지털 방사선 이미지 처리에 관련된 연구 내용

치의학 분야의 방사선 디지털 이미지 처리 기술은 디지털 이미지의 입력, 저장, 처리, 복원, 출력의 기술로 나누어 질 수 있는데 이미지의 입력은 컴퓨터의 처리 능력 및 x-ray 입력 장치의 성능에 좌우되고 이미지의 출력의 경우는 비디오 카드와 프린터, 모니터의 성능에 좌우된다고 볼 수 있으며 진단능을 높이기 위한 여러 가지 처리 기술중 이미지처리 기술의 성능에 좌우된다고 볼 수 있다.

기존의 치료방사선 이미지는 삼차원의 물체를 이차원의 이미지로 전환한 것이며 그 시점에서의 골조직의 해부학적 상태를 반영할 뿐이다. 방사선 이미지상의 골조직의 변화를 알기 위해서는 시간 간격을 두고 입력받은 두 시점의 방사선 이미지가 필요하며 방사선 이미지의 차이를 분석하여 파괴 및 재생에 의한 골 조직의 변화를 측정할 수 있다.

현 수준의 기존 방사선 촬영에 의한 이미지 분석의 경우, 예를 들어 골흡수를 치주 질환의 활성도에 대한 예견성 (predictability)에 이용하는 경우, 부착상실과의 상관 관계에 기초하여 질환의 발생의 golden standard로 사용한다면 골 흡수는 부착 상실후 6개월 내지 9개월 이후에 일어나므로¹⁵ 표준화된 촬영 방법일 지라도 기존의 방사선 기술은 질환의 진행을 파악하기에는 예견성이 낮다. 이를 해결하기 위해서는 다근치의 이개부 병소를 연구하는데 subtraction radiography는 연속적인 방사선사진을 radiographic sensor나 기존 방사선 이미지를 digital image로 변환하여 상을 중첩시키는 방법으로 중첩후 이미지의 subtraction 알

고리즘을 이용하여 나온 차이를 정량화시킬 수 있다. 이 방법은 표준화된 해부학적 구조물 (normalized geometry)를 얻을 수 있으면 각각의 그림상의 점에 대한 gray scale value을 결정하는 microphotometer를 사용하여 골조직의 변화 양태를 미세하게 분석할 수 있다. 최근 이 연구의 결과로써 이 방법은:

- ① subtraction radiography에 의해 판단된 치조골의 변화와 치료후 치주 부착 수준의 변화사이에 높은 상관 관계가 증명되었고,
- ② 미세한 골조직의 병소와 재생을 쉽게 발견할 수 있었다.

이 방법은 0.45mm 정도의 병소 깊이를 가진 골에서 거의 완벽한 정확성을 보이는 반면, 기존의 방사선 기술에 의해 발견되는 병소의 크기는 3배이상의 변화에서 확인할 수 있었다고 밝혔다. 실제 subtraction radiography는 I^{25} absorptiometry와 거의 유사한 민감성을 보이며^{35, 36}, 5% 정도의 작은 골의 양적 변화도 찾아 낼 수 있다. 임상적 연구에서도 0.87mm의 치조정 높이의 차이를 탐지해 냈다. 자동화된 치주 탐침으로 측정된 부착소실과 digital subtraction radiography로 탐지된 골소실 사이에 높은 수준의 상관관계가 있다²¹. 이 방법은 탐침을 시스템에 인터페이스시키면 digital subtraction technique의 임상적 사용 가능성을 배가시킬 수 있을 것이다.

Video image grabber를 기본으로 한 computer-aided densitometric image analysis system은 최근에 치과영역에 소개되었는데, 시간이 지남에 따라 치조골의 밀도의 변화를 양적으로 평가하는 객관적인 방법이며 photodensitometry 및 subtraction 분석과 비교해도 손색이 없는 방법이다. 임상연구에서도 CADIA를 이용하여 탐지된 자료에 의하면, 치주 질환의 양태에 대한 기존의 활성 패턴에 대한 개념과 다른 선형 함수적인 변화와 근접하는 것으로 밝히고 있다³⁷.

이와 같이 연구분야와 임상 응용분야에서 기존의 진단 방사선학적인 방법에 비해 높은 민감도를 가지며 편리한 사용법으로 인하여 기존 개발된 시스템들을 대체해 나가고 있다. 이러한 기존 연구 방법을 대체하기 위해서는 치의학 분야에 매우 중요한 역할을 하는

subtraction radiography 기술과 subtraction radiography 기술로부터 나온 결과를 segmentation 하여 자동적으로 수치화하기 위한 측정 기술에 대한 연구들이 필요하다.

사용하기 쉬운 사용자 인터페이스와 관련사항

많은 기능중 이와 같은 기능을 앞에서 설명한 인간공학 사용자 인터페이스의 권고 안으로 연계시켜 기본적인 사용자 인터페이스를 디자인하여야 한다^{37, 40}. 이러한 인터페이스를 분야별 국지화를 위하여 치과의들 대상으로 필요한 요구성에 대한 시장조사가 되어야 한다.

이를 위하여 기본 사용자 인터페이스를 가지고 치과의를 대상으로 필요로 하는 기능과 편리성에 대한 요구성을 조사하여 기능 모듈을 대표 연상시킬 수 있는 여러 가지 icon들을 고안하고 도안하여 데이터베이스를 구축하여 직관성과 기능 접근성(easy access to command)을 위한 개발을 병행하여야 한다. 각 단계별 명령을 쉽게 이해하고 기억하기 쉽게 메뉴에 대하여 hierarchical structure와 tree structure 등 메뉴 alignment에 대한 방법에 대한 디자인을 병행한다.

치과 진료에 있어서 각 임상영역에 필요한 전자 차트와 관련된 데이터 베이스의 개발을 추진하여 진단능을 높일 수 있는 연계성과 관련된 사용자 인터페이스를 고안한다. 최종 인터페이스를 디자인하고 다시 치과의를 대상으로 평가하고 분석하여 보완 수정 인터페이스를 개발한다. 마지막으로 최종 효용성에 대한 사회심리학적 조사 분석을 통해 보완 수정한다.

결론적으로 사용자 인터페이스는 인간의 다양한 특성과 함께 처한 사회 기능적 변이성으로 인하여 그 무한한 다양성에도 불구하고 범용성을 추구하기도 또한 특수성을 고집하기도 어려운 일이지만 사용자 인터페이스는 최종 제품의 품질을 결정짓는 가장 중요한 과제임에는 틀림없는 사실이다. 이러한 과제 수행을 위하여 다음과 같이 고려해야 할 몇 가지 사항이 있다.

- 공학적인 관점보다 사용자적 입장에서 고려되고 보다 사회심리학적 접근 방법을 가지고 수정, 보완되어야 하며 수 차례에 걸친 임상 시도를 통하여 고려되어야 할 과제이다.
- 지역화와 보편성을 모두 충족하기 위한 심미적 관

점을 보다 중요시하여야 할 과제이다.

- 인체 공학적 관점과 사용자들과의 보다 빈번한 접촉뿐만 아니라 임상 시도를 통하여 많은 조정 보완을 요구하는 작업이다.
- 최종 시스템의 globalization과 localization을 위하여 보다 세련된 예술적 식견이 있고 개발자의 심미안을 요구하는 작업이다.

개발된 진단 시스템의 평가 및 이론적 근거

진단 시스템의 개발에 필요한 기본적 개념

현대 의학에서 수량화된 진단체계는 60년대 이후에 많은 의학분야에서 시행되고 있지만 치과 분야에서 이에 대한 이해 부족과 이를 가능하게 하는 수량화된 진단변수들이 개발되지 못하여 경험주의적이며 권위주의적 방법(reductive and seductive method)으로 진단이 임의적으로 이루어지고 있다. 또한 진료의 상업주의화와 함께 과잉진료는 심각한 사회경제적 문제가 야기될 수 있다는 경고는 이미 1999년 "Science"지의 표지 기사로 나와 있다. 이 기사에 의하면, 미국사회는 의료 서비스에 의한 막대한 경제적 부담이 가중되고 있다고 경고하고 있다. 이중 더더욱 큰 문제는 이 많은 진료비 부담중 약 40%의 진료비가 실제 국민의 실질 건강에 그 가중치가 낮은 치과진료에 의해 지불되었다는 심각한 의료비 문제점은 우리 나라에서 시행되고 있는 대부분의 치료 내용이 미국식 진료내용을 그대로 답습하고 있기 때문에 국내에서 조만간 도래할 수 있다는 우려가 생기고 있다.

이것은 우리 나라와 같이 제한된 의료자원으로 많은 국민들이 혜택을 누리기 위해 장래에 이루어 질 보철 수복과 같은 비 보험진료 내용이 보험화가 이루어지기 전에 이를 통제 관리할 필요가 있다고 생각된다. 이를 위하여, 통제된 진료 전략과 인과론적 연관성이 확립된 과학적 치료 계획에 따라 진료행위(deductive approach)가 이루어지고 진료 결과에 대한 평가가 수량적으로 이루어지도록 하여 통합적이며 체계적인 환자 중심의 치료에 대한 의사결정이 통합되어 있는 표준화된 차트체계와 명확한 진료 결과를 알 수 있는 수량화된 진단 체계가 통합되도록 하여야 할 것이다.

현 치과 진단용 방사선 진단 시스템 개발을 위하여 질환의 진단에 필요한 파라다임은 가능한 수량화된 진단이 되도록 하는 것이 최종 목표라고 할 수 있다. 19세기의 병리학적 전통적인 질환의 진단을 위하여 우리가 먼저 알아야 할 사항은 질환에 대하여 모든 것을 알 수 없기 때문에 과학적 추론은 확률의 테두리에 속하고 과학적 사실, 또한 가능성(likelihood)이 높다는 것일 뿐이다. 일반적으로 진단을 내리기 위해 두 가지 사항, 환자의 질병에 대한 기술(nosographical picture)과 여러 질환의 질병론(nosography)에 대한 지식을 기반으로 종합된 자료에 가장 적절하게 일치하는 질병을 진단하는 것으로 이러한 진단 파라다임은 진단의 통상적인 개념이며 치주질환이라는 이름, periodontitis도 이와 같은 서술중심의 명명법에 의한 진단명이다. 현재의 질환 분류방법(disease taxonomy)을 기반으로 한 질환명이 임의적이며, 불완전하다는 것을 명확히 인식하여야 한다.

환자들을 치료하기 위하여 효과적인 치료방법을 선택하고 명확한 예후 판단을 위해 다른 임상가들이 관찰 보고한 자료를 이용한다. 이것은 수만 임상 증례 보고나 비슷한 질병군으로 분류된 환자들로부터 얻은 통합된 경험지식일 뿐이지 인과론적 관계(causal relationship)에 의해 의사 결정을 한 것이 아니다. 치주질환을 포함한 만성 질환의 대부분은 복잡한 여러 가지 원인에 의한 것이므로 이와 같은 인과론적 타당성을 얻을 수 없기 때문에 좀 더 실용적인 의미의 예측 시스템(predictive system)에 의하여 질병을 분류하는 것이 필요하다. 즉 확률론적인 예측성을 가지고 판단하는 것이 실제 임상에는 필요한 진단방법으로 현대 의학에서 수용되는 방법이다. 치주질환 또한 치주질환의 검사를 위하여 사용되는 여러 가지 진단 변수인자들을 이용한 진단이 질환의 유무를 확인할 때 확률적으로 사용되어야 할 과학적 타당성은 이미 1980년 중반부터 임상적, 그리고 실험적 연구를 통하여 그 자료가 수집되고 있다. 그래서 현 시점에서는 모든 치과 진료의 근간이 되는 치주 질환의 진단과 치료 계획을 치과적 진단에서 그 기본으로 하는 것이 최근 치료 전략에 있어서 치료계획의 근간을 이룬다.

진단 시스템에 고려된 치과 임상적 고려 인자들

이와 같은 인과론적인 임상 평가 인자들이 방사선과 함께 올바른 진단 결과를 얻을 수 있도록 하는 것이 중요하다. 술자가 쉽게 판단을 내릴 수 있도록 인터페이스의 유연성과 함께 다음과 같은 예후에 관련된 인자들이 최종적인 진단을 위하여 병력 자료에 포함되어 있도록 하여 보다 정확도가 높은 진단 결정을 내릴 수 있도록 하여야 한다.

◆ 전반적 예후에 관련된 인자들로는

① 과거 치주조직 반응의 평가

- ㉔ 환자의 연령 - 연령이 많을수록 예후가 불량하다.
- ㉕ 국소 자극이나 원인인자가 분명하면 예후가 양호하다.
- ㉖ 교합이상이나 이상습관 등이 계속되면 예후가 불량하다.
- ㉗ 질환의 진행속도가 빠르면 예후가 양호하다.

② 잔존 골조직의 높이

잔존 골조직의 높이가 낮으면 예후가 불량하다. 그러나 다른 모든 요소가 동일하고 잔존 치조골의 높이도 같으면 환자의 연령이 많을수록 예후가 좋다. 치주조직의 재생력은 연령이 적을수록 좋지만, 젊어서 치조골 흡수가 빨리 되면 그만큼 예후는 불량한 것이다.

③ 잔존 치아수

잔존 치아수가 적고 그 분포가 교합력 분산에 양호하지 않고 편재되어 있으면 보철물 등의 유지력이 약해지므로 예후가 불량하다.

④ 환자의 전신상태

전신질환 등이 있다면 그만큼 예후가 불량해진다.

⑤ 환자의 협조도 및 치료이해도

환자 자신의 치료협조와 그에 대한 이해가 예후에 미치는 영향은 절대적으로 크다고 할 수 있다. 그러므로 각 단계별 치주 치료가 진행중이거나 끝난 경우라도 환자의 협조를 증진시킬 수 있는 방법을 각 개인에 맞도록 개발되도록 한다.

◆개개 치아의 예후와 관련된 치과 임상 인자들

① 치아동요도

치아동요는 치조골의 손실이나 치주인대의 염증, 외상성 교합력 등으로 인해 일어나는 것인데, 일정 이상 치

조골의 손실로 인해 일어나는 치아동요는 치료나 수술 등에 의해서도 쉽게 감소되기가 어렵다. 한편 치주인대의 염증이나 교원섬유의 감소는 염증의 해소와 더불어 동요도가 감소될 수 있으므로 예후가 양호하다. 또한 외상성 교합으로 인한 치아동요도도 원인을 제거해 줌으로써 사라질 수 있는 것이므로 그 예후는 양호하다.

② 치주낭의 유무와 깊이

4mm 이상의 수치만 기입한다. 전 세계적 임상 연구 결과에 의하면 조직학적으로 임상적으로 얻을 수 있는 치주낭의 깊이는 3mm 이내이기 때문이다. 얇은 치주낭이 예후가 양호하며 소대나 근 부착이 없는 경우일 수록 예후가 좋고 치태 제거를 위한 기구 접근도에 따라 단근치가 복근치의 분지부를 포함한 치주낭보다 양호하다. 인터페이스에 포함된 차트형태에서도 복근치의 유무를 나누어 검사골내낭의 경우 낭을 싸고 있는 골 벽의 수가 많을수록 예후가 좋다. 이와 같은 진단 인자들의 판독을 위하여 각 단계별로 쉽게 방사선 이미지를 바로 이용하도록 하고 인터페이스에서 가능한 이미지 처리 기법을 동원하여 판독상의 오차를 줄이도록 한다.

③ 치아형태

치관과 치근의 비율 중에서 치근비율이 클수록 예후가 양호하며 발육구(도랑) 등을 통해 치태침착을 계속 야기하므로 예후가 불량하다.

④ 분지부병소

분지부병소가 있으면 치료 접근도와 치태조절이 어려우므로 예후가 불량하다. 치주 차트 상에 바로 기입할 수 있도록 하여 구치부 치아의 예후 판단을 철저히 하도록 한다.

⑤ 골손실

불규칙하거나 수직골 흡수 및 다량의 치조골 손실이 있는 경우 예후가 불량하다. 그러므로 방사선상에 골손실에 대한 판단을 보다 정확히 할 수 있도록 다양한 이미지 처리 기능을 첨부하였다. 감법(substraction processing), edge enhancement 등의 방법들이 각 인터페이스에 제공되도록 하였다.

이상의 진단에 필요한 인자들이 포함되도록 하여 모든 결과를 종합하여서 치아의 전체적인 예후와 개개 치아의 예후를 결정하여 다음과 같이 판단, 분류하였다.

그러나 임상적으로는 다음과 같이 간단하게 분류할

수 있다:

- ① 절망(hopeless)- 절망, 의문 등이 여기 포함
 - ② 의문(questionable)- 불량, 관찰 등이 여기 포함
 - ③ 양호(good)- 괜찮음, 좋음 등이 여기 포함
- 치료를 하는 것보다 발치가 요구되는 경우는 다음과 같다.
- ㉠ 동요도 3이상
 - ㉡ 치근간 치조골이 거의 없는 분지부병소
 - ㉢ 치근단 끝까지 치조골이 흡수된 경우
 - ㉣ 수직치근파절
 - ㉤ 극단적인 충치
 - ㉥ 감염상태가 너무 깊고 통증이 너무 심해 발치를 해야만 치료할 수 있는 경우
 - ㉦ 근단병소가 있는 경우로 기타 치료가 불가능한 경우

이와 같은 경우, 차후에 시계열적 순서에 따라 첨가되는 차트 상에 치아의 번호가 없어지고 발치된 상태가 보여주도록 하여 수복에 대한 치료계획은 1차 평가에서 제외되도록 하여야 한다.

임상 자료의 진단상의 의미로써, 확률론적 개념들을 치주질환의 진단에 적용하여 현재 임상에서 사용되고 있는 진단 변수들이 어떠한 정확성을 가지고 있는지 확인될 수 있다. Lang 등(1990)에 의하면, 부착 수준의 상실을 질환의 활동 진행성여부를 판단하는 평가 기준으로 사용한다면 BoP(탐침후 출혈)는 음성 예측 치수가 아주 높다는 것이다. 2mm 이상의 부착 수준 상실(치주낭 검사 변화가 2mm 이상인 경우와 같다) 이상일 때를 질환의 유무의 평가기준이라고 설정하면 BoP의 빈도수가 6번 이상 재 내원시 마다 검사를 했을 때 BoP가 빈도수가 2번 이상 발생했을 때 양성 예측 수치는 낮으나(3.8%), 음성 예측 수치는 아주 높다 (98.6%). 이것은 BoP가 없을 때 여기서 발생할 오류가 0.14% 내에서 병이 없다고 판단하면, 그 오차는 0.14%라고 할 수 있으므로 음성 예측에 한해 아주 높은 진단능을 가진 진단 결정을 내릴 수 있다. 여기에 방사선학적 이미지 분석을 통한 치주골 조직의 변화를 확인하면 그 정확도를 더 높게 확인할 수 있다. 이와 같이 치주질환의 진단과 치료 결과의 평가도 또한 수량화된 자료로 표현될 수 있다는 것을 의미한다.

불행히도, 진단 과정을 평가목적으로 서술한 논문에서조차도 진단과정을 정확히 해석하는데 필요한 정보들이 포함되어 있지 않거나 오도하는 정보로 가득 차 있다. 일반적인 오류는 연구자들이 민감도와 관련된 정보만 진술할 뿐 조건에 맞지 않은 환자 (유병률 혹은 사전 확률이 아주 낮은 조건)들을 대상으로 행한 과정에 대한 언급이 없다. 민감도와 특이도를 계산하기 위하여 위와 같은 대상들로 예측치를 계산하면 잘못된 해석을 내리게 된다. 그러므로 사전 확률(유병률)이 음성 반응과 양성 반응의 검사 결과의 해석에 미치는 영향이 크므로 음성반응자체가 높은 지수 (BOP, 치주낭 깊이)의 변화 그리고 방사선학적 이미지 분석결과)로도 치과 분야에서 상당히 높은 예측성(99.5%)을 가지고 있으므로²⁸ 본 연구의 사용자 인터페이스상에 전산 차트에 이를 국한하여 표현되도록 한다.

진단 시스템을 위한 치과임상의 치료 계획에 사용된 모델

임상 증례 모델 수립, 사용의 목적

통합 진단 시스템의 기본적 전제는 정확한 증례보고의 장점을 최대한으로 확보하는데 있다. 각 개인에게 일어날 수 있는 모든 다양한 질환의 증상들을 토론하기는 불가능하더라도 임상 증례 발표나 설명에 있어서 benchmark로써 치료의 표준을 정립하기 위하여 술식의 지침(Practice Guideline)에 일치하는 증례 발표를 통해 구강내 치료와 보건의 질적 수준을 확립할 수 있도록 하기 위하여 필수적인 것이다.^{14, 27, 42}

그래서 Practice Guideline은 다음과 같은 목적으로 요약할 수 있다:

- ① 올바른 치료 방법을 밝힌다.
- ② case review를 위한 평가 기준을 설정해 나갈 수 있다.
- ③ 환자에게 보다 많은 이익을 제공하는 치료 술식의 이용을 증가시킬 수 있다.
- ④ 환자에게 부작용에 대한 설명과 함께 유용성에 대한 정보를 제공하여 환자 중심의 치료 계획 수립을 할 수 있도록 한다.
- ⑤ 부작용에 대한 법적 대응과 함께 환자와 공유할

수 있는 사전 기회를 확보할 수 있다.

지침 수립의 필요성으로는 다음과 같은 필요성으로 요약할 수 있다.

- ① 표준이 있을 때, 상대적인 평가를 통해 치료 결과의 최대 유용성을 얻을 수 있도록 하고
- ② 정립된 치료 방식이 될 수 있도록 하고
- ③ 잘못된 치료방법을 판단할 수 있는 benchmark가 된다.

이와 같은 필요성은 술자와 환자들이 타당성이 있고 유용가치가 높은 치료 방법에 대하여 명확히 압으로서 보다 쉽게 치료에 대한 의사결정을 할 수 있고 예측 가능한 치료 결과를 얻을 수 있다. 그리고 여러 가지 치료 방법의 상대적 서열을 나눌 수 있는 평가 기준과 함께 잇점과 부작용에 대한 명확한 서술 방법을 통하여 치과 진료의 치료 계획 수립의 지침을 명확히 숙지할 수 있도록 한다. 치료 계획은 성공 확률, 기대 유용성(expected utility) 정도, 그리고 의사 결정을 환자들에게 정확하게 설명할 수 있는 명확성을 가지고 있어야 한다.

이러한 지침 수립을 위하여,

- ① 치료의 필요성을 지지하는 높은 수준의 증거를 밝혀내고 또한 질환의 치료 혹은 예방에 사용되는 방법의 효용성 연구가 뒷받침되어야 하고
- ② 문헌상의 증거와 문헌상의 결과 자료를 대조, 해석할 수 있는 능력과 통계학적, 그리고 임상적인 유의성 해석능력이 배양되어 있어야 하고
- ③ 지침 서술과정에 필요한 지식을 명확히 전달할 수 있고
- ④ 증거 중심의 치료 방법과 그 결과적인 지침을 널리 확산시킬 수 있는 보편성과 재현성이 있고
- ⑤ 임상기들에게 임상에 변화를 줄 수 있는 논리성 등의 요소들을 구비하고 있어야 한다.

세심한 지침 수립은 현대 의학에서 주류를 이루고 있는 과학 중심적 사고의 기본전제인 과학 철학의 철저한 논리성을 기초로 한다. 1960년에 Thomas Kuhn은 〈과학 혁명〉에서, 현대 과학이라는 패러다임은 논리적으로 접근할 수 있도록 문제를 규명하고 문제 해결과 관련하여 수증할 수 있는 증거를 찾아가는 방법이라고 하였다(Kuhn 1970). 즉 어떠한 패러다임이 무너지고 새로

운 패러다임으로 바뀐다. 이와 같이 의학에서도 패러다임의 급변이 1960년부터 일어났다. 현재는 무작위 맹검 임상시험(randomized blind clinical trial)가 약재뿐만 아니라 수술 방법, 진단, 예후 등에서도 필수적인 실험 방법으로 이러한 실험 방법에 의한 효과 효능 여부에 대한 증거 없이는 임상에 적용될 수 없다. 그러므로 Practice guideline은 그 문헌들의 엄격한 방법론적 재검토를 통하여 설정되어야 하며, 문헌을 어떻게 효과적으로 사용하여야 하는가는 올바른 환자치료를 위하여 그 중요성이 증가되고 있다. 이것을 증거 중심 의학(evidence-based medicine) 혹은 증거 중심 보건 관리(evidence-based health care)라고 부르고 있다⁷⁾.

치과 진료 분야에 대한 지침

치과에 응용한 지침모델로써는

- ① 포괄적이며 체계적인 구강 질환에 대한(이 시스템에서는 치아 우식과 치주 질환에 국한) 치료 계획을 수립한다.
- ② 과학적 사실주의를 근거로 한 치료 방법의 의사 결정을 숙지한다.
- ③ 예측 가능한 치료 결과를 얻기 위한 기술적인 면의 객관화를 한다.
- ④ 장기적인 치주 건강을 위한 지속적인 유지 치료의 중요성을 확인한다.

진단 및 치료 계획 수립에 필요한 통합 진료 시스템에 사용된 응용 개발한 모델은 기본적으로 구강 질환 전반에 걸친 환자 치유를 위한 임상 지침 모델을 기본적인 모델로써 기본적 전제로는:

- ① 가능성 있는 상해의 최소화
- ② 알려져 있는 잇점의 최대화
- ③ 통증, 불편감, 그리고 시간 등과 같은 비용의 최소화 등이다.

각 진단 변수들에 대한 증거 수준

치료에 있어서 다음과 같은 기준으로 증거의 신뢰 수준을 분류할 수 있다.

I. 최고 수준의 증거

- a. randomized controlled trial 결과의 meta-analysis에서 얻은 증거

b. randomized controlled trial의 결과

II. 높은 수준의 증거

a. 무작위는 되어 있지 않으나 조정이 잘 되어 있는 연구 결과

III. 잘 디자인된 실험 연구 결과-비교 상관 관계 연구, 증례 연구 등

IV. 전문가 모임에서의 의견

그리고 포함과 제외를 결정하는 기준은 다음과 같이 분류한다.

- A. 포함되어야 하는 좋은(good) 증거
- B. 포함되어야 하는 괜찮은(fair) 증거
- C. 포함되어야 하는 빈약한(poor) 증거가 있으나 다른 이유로 포함되도록 권고하고 있는 증거
- D. 제외되어야 하는 괜찮은(fair) 증거
- E. 제외되어야 하는 좋은(good) 증거

이와 같은 증거 분류 수준으로 다음과 같은 포함 사항들에 그 기준을 명기할 수 있다.

임상 증례에 들어가야 할 지침과 사항

◆병력과 관련된 사항: 증거 분류 수준 (IV-A)

▷ 일반적 사항

전신 병력은 의료법에 따라 비밀보장이 되도록 정보가 철저히 보호되도록 시스템에서 철저한 보안이 되도록 하여야 한다. 종류별 병력이 적혀 있는 차트상에서 반복확인을 하여야 한다. 문진은 서로 상호 대화가 원활하게 진행되면서 시행되어야 한다.

▷ 특이 사항

전신 병력은 모든 환자로부터 직접 얻어야 하며 차트상의 기입 항목에 쉽게 확인할 수 있도록 한다. 그 내용은 현재 상황, 긍정적 부정적 반응을 포함하고 현재 사용하고 있는 약물에 대한 정보를 포함한다. 전신 병력은 이와 같은 사항들을 이분법적인 반응(dichotomatic response)으로 환자들이 대답하도록 하는 것이 정확하다. 치과 질환 환자와 관련된 전신 질환은 다음과 같은 종류들을 포함한다.

· 평가되어야 할 전신질환의 종류

Diabetes, Blood dyscrasia, Hypertension, Cardiac/valvular disorder,

Autoimmune disease, Immunodeficiency, Arthritis, Physical disabilities,

Number of pregnancies, Chemotherapy, Radiotherapy, Lung and chest disease

△ 다음과 같은 약물도 포함되어 있어야 한다.

Immunosuppressives, Antihypertensives, Anticonvulsants, Antibiotics

(frequency, sensitivity, 최종투약 시기), 국소 마취 병력, 소염제 반응, 호르몬 제제, 항생제와 치주 상황과 관련된 임신 여부 혹은 피임 여부, Anticoagulant therapy, Anticholinergic therapies

▷ 치과 병력

주소를 중심으로 차트화 되어 있어야 하며 그 내용은 주소와 관련된 병력, 과거 치과 병력, 치과관련 병력(specific dental disease-caries and periodontitis-history), 다른 치과 관련 상황-구취, 부정 교합 등이 일목요연하게 정리되도록 한다.

▷ 사회심리적 병변

흡연 경력과 현상황, 식이 상황, 알코올 소비, 약물 남용, 수면 장애, 구호흡, 이갈이 습관, 치료에 대한 두려움, 협조도 (compliance), 빈도수, 심리적 스트레스 등을 이분법적으로 기입할 수 있게 한다.

◆임상기록 증거 분류 수준 (IV-A)

▷ 치주낭 검사의 기준 (WHO 권고안 기준)

① CPITN과 같은 초기 detection system으로 sextant에서 양성인 경우 그 부위의 sextant의 치주 검사시행

② CPITN과 같은 초기 detection system으로 2 sextant에서 양성인 경우 전악의 치주 검사시행

③ 계통구조(hierarchical structure)를 기본 디자인으로 한 개선안¹⁾

④ 각 sextant에 대한 방사선사진 첨부

임상적 검사에서 얻은 정보로 의사 결정을 할 수 없는 경우, 적절한 방사선 검사를 시행한다. 방사선 검사를 통하여 특이도(specificity)를 높이고 과잉 치료 여부를 확인하여 치주낭 검사와 병행하도록 한다.

▷ 완전한 치주 검사는 다음과 같은 사항들이 포함되

어 있어야 한다.

- 각 치아당 4 혹은 6부위에 대한 치주낭 깊이의 측정치(복근치인 경우 이개부 병변 포함 - 수평적 치주낭으로 간주한다)
- 전악 14 frame의 표준 치과 방사선사진

▷ 진단 변수는 다음과 같다

- ① Probing pocket depth ② BoP ③ Tooth mobility ④ Plaque retention and index ⑤ 이개부 병변 ⑥ 교합 장애 혹은 간섭 ⑦ 치근단 병변 여부 - 생활치 검사 ⑧ 치아 우식

성인성 치주 질환의 진단: 증거 분류 수준(M-A)

- ① 환자에게 예후를 명확하게 전달할 수 있도록 서술되어야 한다.
- ② 병명이 전악에 걸쳐 국소적으로 명시하도록 한다.
- ③ <표 1>과 같이 심도(severity)에 관한 사항도 명시해야 한다.

치료 권고안: 증거분류 수준(M-A)

적절한 치료 방법을 정할 때 다음과 같은 관점을 고려하여야 한다.

- ① 질환의 진행 속도를 평가하여야 한다(위험군에 속하는 환자군의 감별: Sheihan 1991: continous pattern을 모델로 치주 질환의 natural history 데이터를 이용한 나이별 골 수준의 상정).
- ② 환자가 예후, 성공적인 치료에서 환자의 역할, 여러 가지 치료 옵션의 부작용과 잇집에 대하여 이해하고 있어야 한다.
- ③ 건강한 치주와 치열을 유지할 수 있는 가능성
- ④ 사회심리적 필요성을 충족할 수 있는 가능성

◆ 치료 목적

기본적으로 최종 치과 진료는 3가지 주된 측면을 만

족시켜야 한다²⁰.

① 구강 건강: 임상 의사에게 1차적인 목적은 구강을 건강하게 하고 이를 유지하는 것임은 확실하다. 구강내 질환의 대부분은 그 원인이 밝혀져 있기 때문에 인과론적인 유추로써 그 원인을 제거하여야 한다. 따라서, 원인-관련 치료가 보철 치료를 포함한 모든 조정 치료보다 선행되어야 한다. 만약 구강내 존재하는 감염질환을 완전히 제거할 수 없을 경우에는 치주 및 근관치료와 같은 치료 방법에 대하여 필수적인 지식과 협진이 필요하다. 이러한 감염된 환경에 처한 환자에게 어떤 원인 제거 처치 없이 바로 보철치료나 교정 치료를 하는 것은 현대 의료의 생물학적 개념과도 대치되는 것이다. 즉, 건축가는 건물을 단단한 기초 위에 짓는 것처럼 수복치료 전에 건강한 기반을 다져두어야 한다. 이것은 성공적으로 원인 관련 치료를 끝내지 않는 한 어떠한 보철치료도 해서는 안된다는 뜻이다. 결과적으로 통상적인 치과 재건 치료들은 건강한 상태의 유지 예견성의 전제하에서 시행되어야 한다. 또한 최종 보철치료로 인해 환자가 자가 구강위생을 행하는 데에 있어서 방해하는 요인물이 되어서는 안된다.

② 심미성: 심미적 요구는 사람마다 매우 다를 수 있다. 술자가 매력적이라고 생각하는 것이 환자의 기호에 맞지 않을 수도 있다. 반면, 환자는 술자가 생물학적 견해에서 볼 때 어울릴 수 없는 특이한 형태를 요구할 수도 있다. 예를 들어 인위적 금관을 장착하고 나서보면 수복한 치아와 인접자연치아는 투명도가 본질적으로 다르다.

현대의 기술발전에 의해 이러한 문제를 해결할 수 있는 능력이 매우 향상되기는 하였으나 아직 기술적으로 풀기 어려운 많은 문제들이 있다. 그러나, 보철후 자연치를 대치하는 보철물이 항상 구강내에 있게 마련이다.

<표 1> 치주질환의 심도별 진단

심도(severity)	치주낭 깊이	골파괴 정도
Mild	1-3 mm	20-30% 혹은 <3 mm from CEJ
Moderate	4-6 mm	30-50% 혹은 3-5 mm from CEJ
Severe	>6 mm	>50% 혹은 >5 mm from CEJ

물론, 심미적 욕구도 가능하면 만족시켜야 한다. 또한, 환자가 원하는 심미적인 모습이 치료결정에 가장 좋은 가이드가 된다는 것은 자명한 사실이다.

③ 기능성: 심미적인 면에서처럼 기능적인 면도 술자의 욕구보다는 환자의 욕구를 만족시켜야 한다. 따라서 소실된 치아를 수복할 필요성에 대해 기능적인 측면에서 환자와 상의해야 한다. 구치부 소실이 꼭 저작계의 기능을 저하시킨다는 증거는 없기 때문에 환자의 주관적인 저작 안락성(chewing comfort)을 치료 계획시 의사결정전에 필수적으로 고려하여야 한다. 대부분의 경우에서 짧아진 치열궁(10개의 치아단위로 이루어진 Short dental arch)이 수복치료에서 치료목적이 될 수 있다^{25, 50}. 이 관점에서 진존치열을 유지하는 것이 상실된 구치부를 정밀하게 수복해 주는 것 보다 더 중요하다.

모든 보철장치들은 구강건강에 본질적으로 위협요소이기 때문에 수복은 간단해야 하고 청결 및 유지를 위해 접근이 쉬워야 한다. 그러므로 치료계획은 건강, 심미성, 기능성에 대한 욕구를 만족시키고 건강한 상태로 유지시키는 것을 뜻한다. 따라서 가장 중요한 우선 순위는 구강내 건강을 획득 및 유지시키는 것이다. 치료의 우선 순위가 되어야 할 목표는 치주 질환의 정지이며 이를 위한 세부 목적으로는 ① 근본적인 치주 질환의 차단 및 정지 ② 불편감을 제거 ③ 사회심리적 만족도 충족 그리고 질환에 의한 치열의 손상으로 손상된 저작기능과 심미적 결함에 대한 환자들의 요구항목인 치열의 수복과 유지⁵⁰도 차후 치료목적에 첨부되어야 할 최종 목적이 될 수 있다.

치료 순서의 지침

상기와 같은 전제조건에 충족할 수 있도록 다음과 같은 순서로 전체 진단 시스템의 구축순서와 치료단계로 포함된 치료 사항들이 포함되어 있다.

- ㉔ 환자의 주소 (chief complaint)가 무엇인가를 정확히 알아야 한다.
- ㉕ 임진진단 및 예후의 결정
- ㉖ 치료과정의 개략적인 작성과 선택(인터페이스에 치료 과정의 흐름도를 알 수 있도록 한다.)
- ㉗ 환자에게 치료 내용을 설명하고 적극적인 호응을 부탁한다. 즉, 치료 후 일어날 수 있는 상황, 환자

의 역할과 책임, 해야 할 일 등을 설명할 수 있어야 한다.

진단시스템에 이용된 전략적 치료계획(Treatment Plan) 개념

치료계획이란 치료를 정확하고 신속하게 하기 위한 청사진이다. 응급상황을 제외하고는 치료계획을 세운 뒤 치료를 시작하는 것을 원칙으로 하여야 정확한 진료가 될 수 있기 때문에 모든 치료 단계에서 단계별로 이론적 배경을 알고 있어야 한다.

치과질환중 가장 보편적인 질환인 치아 우식과 치주 질환은 치아면에 세균의 집락화와 관련된 감염질환이다. 인체 실험⁵¹에 의하면 치은염은 치아, 치은연, 치은연 하 지역에 미생물이 군집하여 발생되며 적절한 구강 위생법에 의해 정상화 될 수 있다. 또한, 세균성 치태가 축적되도록 방지하면 부착상실을 동반하는 치주염이 발생된다. 식습관이 변하면 세균성 치태의 구성도 변하여, 당을 발효시키는 세균 일부가 선택적으로 우세하여, 치아우식증의 진행이 시작될 수 있다.

축적된 세균성 치태의 구성은 치태가 성숙됨에 따라 변화하고 생태학적 환경도 그램 음성 혐기성 세균들에 적절한 상태가 조성되며 그램 양성 호기성 구균들이 주로 군집되는 치은상이 치은하 치주낭으로 변화한다^{11, 41}.

구강위생습관, 치아위치이상, 치아의 해부학, 수복물, 특히 수복물의 overhanging margin과 같은 몇몇 국소적인 요소들이 세균성 치태의 침착에 영향을 줄 수 있다⁵². 반면, 숙주의 방어기전, 치석형성, 흡연, 내분비계의 영향 등도 치은연하 환경내의 보다 더 많은 치주병리 세균들이 자랄 잡는데 도움을 줄 수도 있다⁵³. 치주 질환과 가장 흔히 연관된 세균은 *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Bacteroides forsythus*, *Campylobacter rectus*, *Eikenella corrodens*, *Treponema spp.*, *Eubacterium spp.* 등의 그램 음성혐기성 세균들로 치주질환의 주원인균으로 생각된다⁴¹. 건강한 조직에서는 이러한 병원균이 보통 낮은 비율로 존재하는 것을 보면, 숙주반응이 이들 병원균이나 병원균의 대사산물과 충분히 대응할 수 있다고 가정할 수 있다. 그러나, 만약 병원균에 대해 중

은 생태 조건에서 증식할 기회가 있다면 추정 치주 병리세균은 자신의 모든 병원성을 나타내어 숙주 면역반응과 함께 조직 파괴에 기여한다. 이처럼 구강 세균으로 구성된 세균성 군락이 감염의 원인으로 설명될 때, 기회감염이라는 개념을 적용할 수도 있을 것이다. 이러한 개념하에 치료의 성공을 위해서는 세균의 축적량을 각개인의 질환에 대한 극치이하로 유지시켜야 한다고 가정할 수 있다. 세균의 특이성, 병원성뿐만 아니라 질병에 대한 개인의 기질, 예를 들면 국소적이거나 전반적인 저항력 같은 요인들이 세균성 치태로 발생된 치주질환의 시작이나 진행속도 그리고 임상적인 성질들에 영향을 미친다. 상술한 바와 같이 동물실험이나 시계열적 중단 연구결과들을 통해, 치태 세균 감염을 최소화하고 주의깊은 치태 제거방법을 포함한 치료들이 전부는 아니더라도 대부분 치아와 치주질환에 영향을 미친다는 것을 보여주고 있다. 설사 완전한 건강상태를 유지하기 힘들다 하더라도 치료이후 질병이 더 이상 진행되지 못하게 하는 것이 현재의 치과 치료의 주 목표이다.

또한 구강내에서 가장 흔한 질환인 치아우식증과 치주염의 원인 및 병인론을 알게 됨에 따라 보철 치료 계획에서도 이와 같은 치료 전략 패러다임이 충분한 임상적가치가 있다는 것은 이미 밝혀진 바가 있다^{29, 32, 35}. 보철치료의 목적 또한 구강질환, 외상 및 발육성 질환의 후유증을 치료하는 것이기 때문에 이들 질병의 원인을 먼저 치료하여 적절한 예후를 얻고 구강건강을 획득 및 유지시켜야 한다.

치료 계획의 단계별 계획과 내용

상술한 바와 같이 모든 구강질환이 기회 감염적인 성질을 가지고 있기 때문에 원인과 관련된 치료만이 성공적인 치료결과를 얻기 위한 유일한 길이다. 이러한 치료는 인과론에 근거하고 과학적 증거주의에 의해 명확하게 규명된 단계별 치료와 평가로 이루어진 체계적인 치료계획에 의해 최상으로 행할 수 있다. 치수염, 치근단 치주염, 변연 농양, 치아 동요와 이상 이동 같은 연관된 병적인 상태의 증상을 포함한 치아우식과 치주질환에 이환된 환자들의 치료는 경험적 과학적 이유로 원인 관련 치료 단계, 수정 치료 단계, 유지 치료 단계로 나눌 수 있으며, 치료 계획의 흐름도를 도식으로 표현

하면 (그림 1)과 같다.

1) 원인 관련 치료 계획(Cause-related therapy plan)

이 치료의 목적은 질환의 발생 원인을 제거하는 단계의 치료로써, 치주 치료에 있어서 다양한 치태감염을 제거 또는 조절하는데 있다. 이 단계에서는 구강내 질환의 원인을 철저히 제거하기 위한 모든 수단이 포함된다. 즉, 치태 제거, 부착물제거 등 치주 질환의 원인이 되는 모든 것을 제거함은 물론 이같이 방지, 흔들리는 치아의 고정, 교합조정, 치아우식 치료 등이 여기에 포함된다.

이 단계의 목적은 구강내 상태를 깨끗하고 건강하게 만드는 것이다. 이 단계에는 가장 중요한 원인-관련 치료를 행하며 절대 생략해서는 안된다. 여기에는 다음사항이 있다.

- 환자동기 유발
- 적절한 자가 구강 위생과 높은 협조도
- 치아 및 장치의 soft & hard 침착물 제거
- 치석, 수복물의 overhanging margin, 개방된 치아 우식과 같은 세균성 치태 부착 인자들 (plaque-retaining factor)을 제거
- 유지하지 않을 치아 ('hopeless teeth')를 발거
- 잠간 보철 수복(temporary reconstructions)

이와 같은 원인 관련 치료는 많은 시간이 들더라도 통상적인 치료 시행 전에 시행하여야 한다. 보조인력과 함께 원인-관련 치료를 효과적으로 시행하면 보철치료, 그의 교정치료를 위한 적절한 상태를 얻을 수 있다.

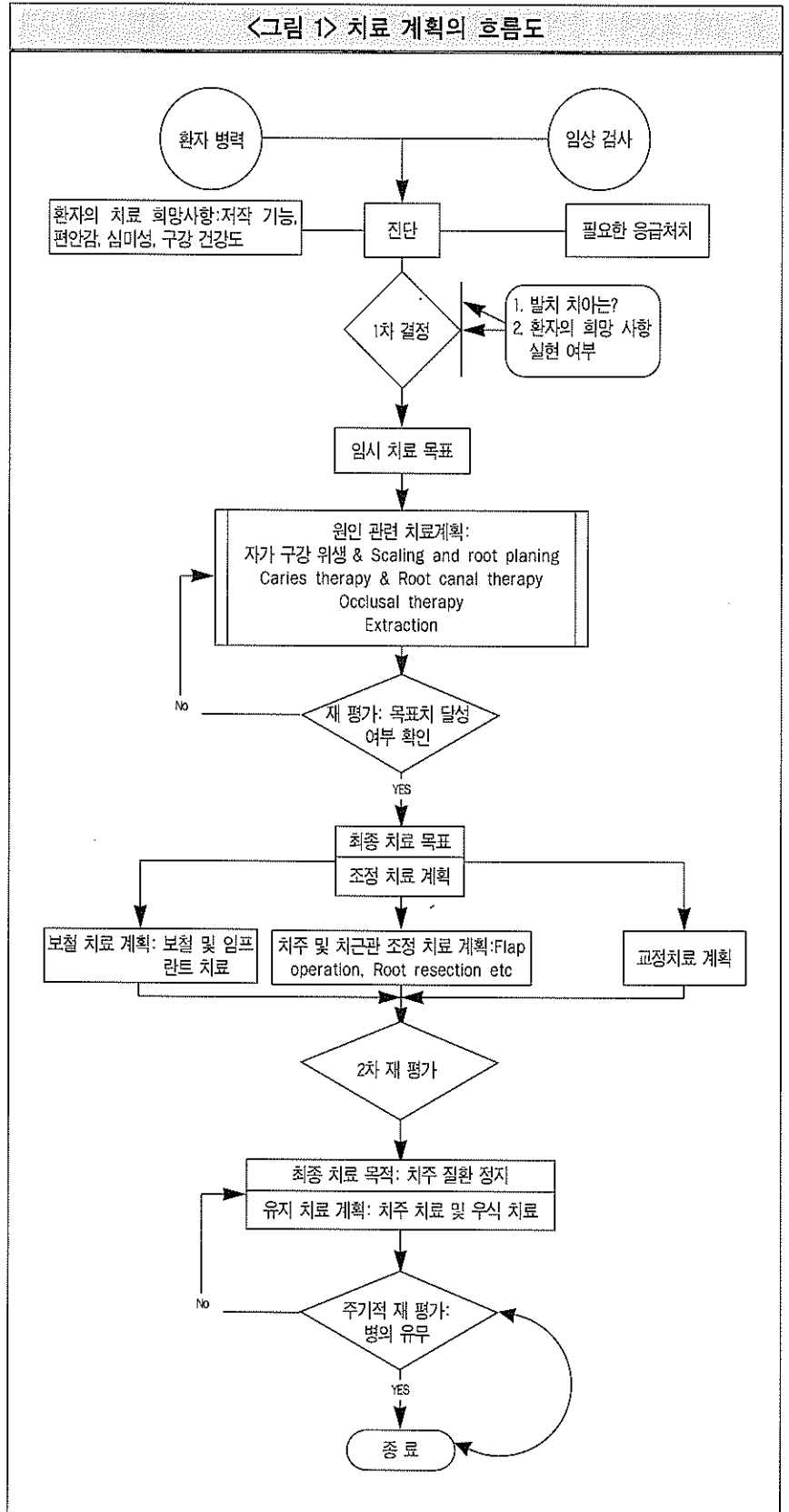
이후 치주조직의 상태를 다시 조사하여 치주낭의 깊이와 치은염증상태 등을 검사하고 1단계 치료를 평가한다. 차트상에서는 3mm를 목표로 하였기 때문에 4mm 이상의 수치만 기입되도록 제한하였고 그리고 치주낭 검사 후 출혈과 같이 확률적으로 높은 예측성을 가지는 인자들이 복합적으로 확인할 수 있도록 체계화되어야 한다. 이러한 치주 검사후 1단계 치료로 만족할 만하면 치과에 다시 방문할 것을 약속한 후 치료를 끝내지만 만족하지 못하면 제 2단계 치료를 조정 치료 단계로써 옮긴다.

2) 수정 치료 단계(Corrective therapy plan)

이 방법은 치주 수술, 근관 치료, 수복과 보철치료 등과 같은 전통적인 치료방법들을 포함하고 있다. 수정

치료의 방법론적 결정이나 수복과 같은 보철치료의 방법들은 원인 관련성인자의 제거 치료(cause-related therapy)의 성공여부를 정확하게 평가한 후에만 결정하여야 한다. 환자의 협조 능력을 보고 수정 치료 계획에 의한 치료(corrective therapy)의 내용을 결정해야만 한다. 만약 이러한 능력이 부족하거나 결여되어 있는 환자들에게는 협조도가 높은 환자들에게 성공적으로 심미적, 기능적인 개선이 가능한 치료 방법들이 대부분 실패하기 때문에 경제적 손실과 생물학적 손실로 인하여 시도할 가치가 없는 경우가 많다. 이러한 표현의 타당성은 치주질환을 치료하는데 있어 외과적인 여러 치료 방법의 상대적인 가치를 평가하기 위한 여러 연구에서 확인할 수 있다. 많은 임상적인 시도^{3, 35}들을 통해 적절하게 치태가 조절된 환자에게서 치은 절제술(gingivectomy)과 치은 판막술(flap procedure)들을 시도한 결과는 치조골이 새로 생기고 임상적인 부착이 일어나는 반면에 치태에 오염된 치열에 수술을 할 경우 추가적인 치주의 파괴가 유발된다는 것이다. 원인 제거 술식으로 치주질환의 해소가 이루어지지 않은 경우는 다른 이유로써 해부학적 원인이 복합적으로 있는 경우(각상 골손실, 분지부 병소, 발생 구, 치경부의 이상 돌출)가 대부분이므로 치주수술과 치수 및 치근단 치료⁵가 포함된다. 적절한 치료 방법의 선택으로 치료 시행후 이차적인 치주 검사를 통해 주요 최종 수복치료(보존치료)와 보철

<그림 1> 치료 계획의 흐름도



치료가 포함된다. 치주치료나 수술이 끝나면 보철이나 보존치료를 끝내고 나서 그 상태를 다시 평가한다. 그리고 고는 치과 재방문 약속을 하고 정기적으로 치과검사를 받도록 한다.

이 시기에는 구강질환의 후유증을 치료한다. 그러나, 위생 단계후 시행해야 하며 전통적인 치과치료 접근방식을 따른다. 치료 내용들은 치주 수술, 임플란트 매식, 치근관 치료, 교합 및 bite plane 확인과 같은 기능적인 면 확인, 교정치료, 보철 수복 등이 있다.

치료양식에는 몇 가지 변화를 들 수 있으며 조정단계는 독립된 단계라기보다는 원인-관련 치료후 통합적 치료 계획의 한 단계로 생각해야 한다. 또한, 조정 치료단계의 마지막 치료방법으로서 보철 수복을 실행한다. 그러나, 치료계획은 항상 이 마지막 단계를 염두에 두고 행해야 한다. 최종 보철 수복 결과는 일반적으로 초기의 준비와 계획을 그대로 반영한다.

3) 유지 치료 단계(Maintenance measures)

치료후의 유지 단계는 통합적 치료의 필수적인 부분이다. 유지 관리의 목적은 적극적인 치주치료후의 건강한 치은 및 치주조직을 계속 유지하고 재감염을 방지하는 것이다. 보철 수복과 인공 매식체 수복물과 같은 치료 방법과 상관없이 환자가 정기적으로 적절히 치은상 세균성 치태를 제거해야 장기적으로 예후를 좋게 유지할 수 있다. 이런 목적을 달성하기 위해서는 적절히 치료를 해주고 환자를 계속 정신적인 측면에서 격려, 지지해주고 치과의사가 feedback을 통한 순환적 흐름을 가진 유지 치료 프로토콜을 제공하여야 한다. 유지기는 보통 조정기 동안 광범위한 부가적인 치료(reconstructive) 치료 때문에 감독이 부족해지기 쉬운 것을 방지하기 위해 원인-관련 치료직후 시작한다. 정기적으로 치과를 재방문할 것을 계획하고 치태 및 치석, 치은상태, 교합, 치아동요도, 기타 병리학적 변화 등을 검사한다. 합리적인 치료계획 수립을 근거로 치과치료가 시행되어야 하며 성공적인 치과치료는 다음과 같은 4가지 사항이 필수적으로 포함되도록 하고 이를 시행, 확인을 도와주는 인터페이스가 디자인되어야 한다.

㉠ 정확한 진단과 multidisciplinary treatment 치료 계획수립

㉡ 치태와 치석의 완벽한 제거

㉢ 생리적 치주조직 형태의 부여

㉣ 구강위생의 정기적 내원 검사

각각의 환자들을 위해 ① 전문적인 감독하에 있는 자가 구강 위생 치태조절 프로그램 ② 치석제거술과 치근확택술 ③ 불소 도포 ④ 교합조정 등으로 구성된 각 환자의 치주질환, 치아우식의 활성도와 위험도에 따라 디자인된 주기적 내원 프로그램이 작성되어야 한다. 더욱이 이러한 치료법들은 치료의 수정기간동안 이루어지는 수복이나 다른 수복물 등에 대한 일반적인 검사와 조정 등도 포함하고 있어야 한다. 상술한 치료 순서의 흐름도는 다음과 같은 flow-chart로 작성될 수 있을 것이며 다른 분야의 치과 진료를 subtree형으로 첨가한다.

결론

상술된 인간 공학적인 인터페이스의 이론을 검토하여, 직관적 사용 편이성과 심미성을 올바르게 구현하고, 질병과 관련된 내용의 병력 정보, 수량화된 진단 및 치료를 위한 방사선 이미지에 대한 영상 처리와 수량화된 차트의 통합은 현대 의학의 진단이라는 개념인 진료에 대한 예측 가능한 의사결정과 일치하는 필수적인 과제이다. 의료 정보의 종합적인 처리를 통하여 임상가들은 예측 가능한 수준 높은 치료를 보다 편리하게 환자들에게 제공할 수 있을 것이다.

이와 같이 예측 가능한 진단과 함께 올바른 치료 전략에 따라 디자인된 치료 인터페이스가 유기적으로 결합되어 구현됨으로써 진단 및 치료 정보들이 수량적으로 정확성을 가진 치료계획과 의사결정을 할 수 있도록 기여할 것이다. 그리고 이러한 체계화된 시스템을 이용하여 진료가 행해짐에 따라 치료의 체계화와 정밀한 진단 기능을 보완 제공함으로써 체계적인 치료결과에 평가가 가능하여 환자, 의료 정책자 및 의료 보험 정책자 그리고 치과 임상가들을 모두 만족시킬 수 있을 것이다. 이러한 체계화된 진단과 치료방법은 제한된 의료 자원의 올바른 이용과 환자들에게 객관적이며 유용 가치가 최대화된 의료 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 또한 치료 결과에 대한 객관적 정보를 제공함으로써 얻을 수 있는 신뢰성은 의료서비스가 가지는 국가의 기본적인 인프라로서 사회경제적 기반을 공고히 하는데 기여할 것이다.

참고 문헌

1. Audet AM, Greenfield S, Field M. Medical practice guidelines: current activities and future directions. *Ann Int Med* 1990;113:709-14.
2. Akesson L, Hakansson J, Rohlin M. Comparison of panoramic and intraoral radiography and pocket probing for the measurement of the marginal bone level. *J Clin Periodontol* 1992;19:326-32.
3. Axelsson P, Lindhe J, Nyström B. On the prevention of caries and periodontal disease. Results of a 15-year longitudinal study in adults. *J Clin Periodontol* 1991;18:182-9.
4. Benn, DK. A computer-assisted method for making linear radiographic measurements using stored regions of interest. *J Clin Periodontol* 1992;19:441.
5. Bergenhoitz G, Nyman S. Endodontic complications following periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. *J Periodontol* 1984;55:63-8.
6. Brager U. Digital imaging in periodontal radiography. A review. *J Clin Periodontol* 1988;15:551-7.
7. Cox K, Walker D.. *User Interface Design*. 1997; Prentice Hall.
8. Deas DE, Pasquali LA, Yuan CH, Kornman KS. The relationship between probing attachment loss and computerized radiographic analysis in monitoring progression of periodontitis. *J Periodontol* 1991;62:135-41.
9. De Van MM. The nature of the partial denture foundation; Suggestion for its preservation. *Prosthet Dent* 1952;2:210-20.
10. Duckworth J E, Judy PF, Goodson JM, Socransky SS. A method for standardization of intraoral radiographs. *J Periodontol* 1983;54:435-40.
11. Dzink JL, Tanner AC, Haffajee AD et al. Gram-negative species associated with active destructive periodontal lesions. *J Clin Periodontol* 1985;12:648-59.
12. Fernandes T. *Global Interface Design*. 1995. American Press.
13. Galitz WO. *The Essential guide to user interface design*. 1997; Wiley Co.
14. Fitch M. Critique of "The Quality Assurance Workshop" Newsletter, Ontario Society of Periodontitis. 1994;Dec.4.
15. Goodson JM, Haffajee AD, Socransky SS. The relationship between attachment level loss and alveolar bone loss. *J Clin Periodontol* 1984;11:348-59.
16. Grondahl HG, Grondahl K. Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983;55:208-13.
17. Grondahl K, Grondahl HG, Wennstrom J, Heijl L. Examiner agreement in estimating changes in periodontal bone from conventional and subtraction radiographs. *J Clin Periodontol* 1987;14:74-9.
18. Grondahl K, Kullendorff B, Strid KG, Grondahl HG, Henrikson, CO. Detectability of artificial marginal bone lesions as a function of lesion depth. *J Clin Periodontol* 1988;15:156-62.
19. Hammer CHF. Success and failure of fixed bridgework. *Periodontol 2000* 1994;4:41-51.
20. Hildebolt CF, Rupicke RC, Vannier MW et al. Interrelationships between bone mineral content measures. Dual energy radiography and bite-wing radiographs. *J Clin Periodontol* 1993;20:739-45.
21. Holmgren CJ, Corbet EF. Relationship between periodontal parameters and CPITN scores. *Community Dent Oral Epidemiol* 1990;18:322-3.
22. Janssen PTM, van Palenstein Heiderman WH, van Aken J. The detection of in vitro produced periodontal bone lesions by conventional radiography and photographic subtraction radiography using observers and quantitative digital subtraction radiography. *J Clin Periodontol* 1989;16:335-41.
23. Jeffcoat MK. Radiographic methods for the detection of progressive alveolar bone loss. *J Periodontol* 1992;63:367-72.
24. Jeffcoat MK, Reddy MS. digital subtraction radiography for longitudinal assessment of peri-implant bone change method and validation. *Adv Dent Res* 1993;7:196-201.
25. Kaser AF. Limited treatment goals-shortened dental arches. *Periodontol 2000*.

26. Kornmann KS, Loe H. The role of local factors in the etiology of periodontal diseases. *Periodontol* 2000 1993;2:83-97.
27. Kvitcheusky SB, Simonons BP. Continuous quality improvement; concepts and applications for physician care. *J Am Med Ass* 1991;226:1817-23.
28. Lang NP, Adler R, Joss A, Nyman S. Absence of bleeding on probing. An indicator of periodontal stability. *J Clin Periodontol* 1990;17:714-21.
29. Lang NP. Periodontal considerations in prosthetic dentistry. *Periodontol* 2000 1996; 10.
30. Lange DE. Attitudes and behaviour with respect to oral hygiene and periodontal treatment need in a selected group in West Germany. In: Frandsen A. (Ed) *Public Health Aspects of Periodontal Disease*. Berlin, Quintessence, 1934, pp 83-97.
31. Larheim TA, Eggen S. Measurements of alveolar bone height at tooth and implant abutments on intraoral radiographs. *J Clin Periodontol* 1982;9:184-9.
32. Leake JL, Man PA, McFarlane DJ, et al. Results of the workshop. *J Dent Edu* 1994;58:657-62.
33. Loe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand* 1963;21:533-51.
34. McHenry K, Hausmann E, Wikesjo U, et al. Methodological aspects and quantitative adjuncts to computerized subtraction radiography. *J Periodont Res* 1987;22:125-32.
35. Nyman S, Lindhe J. A longitudinal study of combined periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. *J Periodontol* 1979;50: 163-9.
36. Ortman LF, McHenry K, Hausman E. Relationship between alveolar bone measured by 125I absorptiometry with analysis of standardized radiographs L2. Bjorn technique. *J Periodontol* 1982;53:311-4.
37. Parker JR *Practical Computer Vision Using C*, John Wiley & Sons, Inc. 1995
38. Ruttiman UE, Webber RL, Schmidt E. A robust digital method for film contrast correction in subtraction radiography. *J Periodont Res* 1986;21:486-95.
39. Russ JC. *The Image Processing Handbook*. 2nd. CRC Press, 1995.
40. Shneiderman B. *Designing the User Interface*. 1998; 3rd ed. Addison-Wesley.
41. Socransky SS, Haffajee AD. The bacterial aetiology of destructive periodontal disease: current concepts. *J Periodontol* 1992;63:322-31.
42. Tugwell P, Bennett KJ, Sackett DL, et al. The measurement iterative loop: a framework for the critical appraisal of need, benefits and costs of health interventions. *J Chron Dis* 1985;4:339-51
43. Tyndall DA, Kapa SF, Bagnell CP. Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the region. *J Endodon* 1990;16:173-9.
44. Verdonshot EH, Sanders AJ, Plasschaert AJ. Applicability of an image analysis system in alveolar bone loss measurement. *J Clin Periodontol* 1991;18:30-6.
45. Vos MH, Janssen PTM, van Aken J, Heethaar RM. Quantitative measurement of periodontal bone changes by digital subtraction. *J Periodont Res* 1986;21:583-91.
46. Wenzel A, Warrer K, Karring T. Digital subtraction radiography in assessing bone changes in periodontal defects following guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 1992;8:208-13.
47. Wenzel A. Effect of manual compared with reference point superimposition on image quality in digital subtraction radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1989;18:145-50.
48. Wenzel A, Hintze H. Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease. *Dentomaxillofac Radiol* 1993;22:131-4.
49. Wenzel A, Severin I. Sources of noise in digital subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;71:503-8.
50. WHO. Expert Committee. Recent advances in oral health. WHO Technical Report Series 826.