

Int Poster J Dent Oral Med 2000, Vol 2 No 4, Poster 55

# New Aspects concerning X-ray Protection - Dose Reduction versus Diagnostic Information?

**Language:** English

**Authors:** Catrin Segerath, Thomas Stamm, Bernhard Renger, Ulrike Ehmer, Walter L. Heindel  
Department of Orthodontics and Institute for Clinical Radiology, University of Muenster, Germany

**Date/Event/Venue:**

30.09.99-02.10.99

123. Jahrestagung der DGZMK und Ihrer Akademie Praxis und Wissenschaft,

50. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Kieferchirurgie,

21. Jahrestagung des Arbeitskreises Oralpathologie und Oralmedizin,

Maritim Congress Centrum Bonn

Poster Award  
Posterpreis

DGZMK  
Poster Award

DGZMK-Poster-Award 2001 for the best poster in 2000

## Introduction

Dysmorphological facial structures result from pathophysiological changes of the boney and bordering cranial structures. For this reason DELAIRE and other authors [1, 2, 3, 4] emphasize the importance of the arcitectonical and structural analysis of the entire skull (fig.3). PRECIOUS and MILES [5] find it indispensable to x-ray the patient for the complete skull analysis using the following parameters: 9mA/s / 80 kV (screen -film combination class 400), distance of 1,5 m (fig.1).

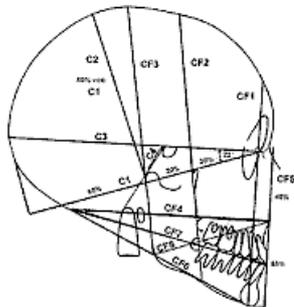


Fig. 1:  
Conventional lateral cephalogram with collimation of the entire skull necessary for the Delaire analysis.

Fig. 3: Structural and arcitectonical components of the DELAIRE analysis.

## Objective

The aim of this study was to develop a method for a valid analysis of the cranial and facial skull structures using digital radiography (DR) with reduced exposure and conventional collimation of the facial skull.

## Material and Methods

At the Dental Center of the University of Muenster lateral cephalograms for orthodontic diagnosis are taken using digital luminescence radiography with a format of 24x30 as well as conventional screen- film combinations. After the signals have been processed the digital lateral cephalogram can be analyzed in DICOM-format with 10 bit data depth (1024 shades of gray) and a local resolution of 1568x1968 pixel (6,2 pixel per mm) (fig.2). The permanent picture is stored locally on a hard disk as well as on a storage film.



Fig. 2: Digital lateral cephalogram with conventional collimation of the facial skull.

## 2.1 Methodology concerning X-ray Reduction

Using the exposure parameters for the present screen-film systems class 200 and 400 - in consideration of the linear correlation of the intensity of the photo-stimulated luminescence and the dose - it is possible to reduce the dose with sensor-technique software (fig. 4a and 4b). The dose was reduced step wise and the quality of the images evaluated independently by two radiology employees and two orthodontists. The parameters contrast, spatial resolution, collimation, positioning as well as artifacts in the image were taken into consideration. As a result of the observation that despite collimation close to the anode the entire skull remains visible, a collimation technique with a 0,5 mm lead shield close to the patient was developed (fig.7a and b). The region between cervical spine and collarbone is routinely protected with a thyroid shield (fig.7a and b).

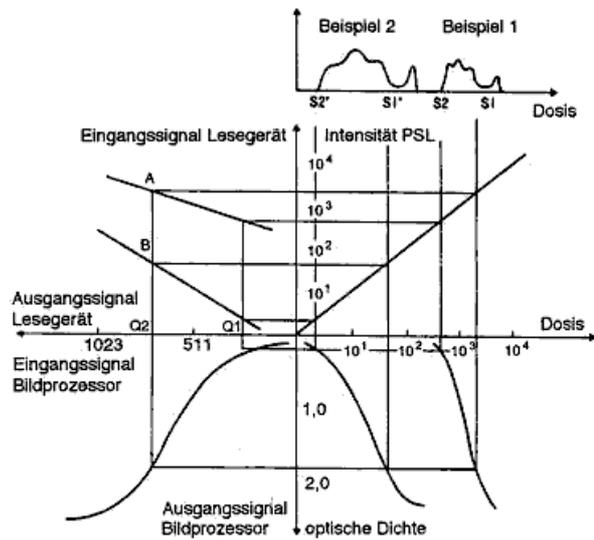


Fig. 4a: Dose values in gray shades dependant on the dose variation.

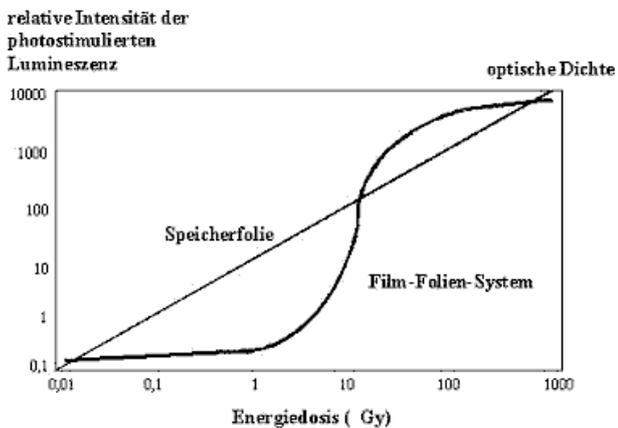


Fig. 4b: The storage plate shows a linear correlation between the intensity of the photo-stimulated luminescence.



Fig. 7a: Collimation close to the object with 0,5 mm lead shield. Thyroid shield.

Fig. 7b: Result using collimation close to the object.

## 2.2 Reproducibility of the DELAIRE analysis

100 images were randomly chosen from 400 digital lateral cephalograms and were used to evaluate the intra-individual reproducibility of the landmarks proposed by DELAIRE. The digital lateral cephalograms were evaluated twice at different times (4 week interval) using the NIH-image 1.62 program on a G3-work station. The landmarks were reduced to x- and y-coordinates and the distance between the coordinates of the examinations T1 and T2 were registered as an error radius in mm. Mean values and standard deviations were calculated for the statistical analysis, the WILCOXON test was used for related random tests. The tested landmarks are listed in figure 6.



Fig. 6: Chosen landmarks.

## Results

### 3.1 Dose Reduction

The stepwise dose reduction is presented in the central figure. Under consideration of the adjustment technique proposed by PRECIOUS and MILES [5] we reduced the dose by 80% using the method introduced.

### 3.2 Reproducibility of the DELAIRE Analysis

The distribution of the various distances is shown in figure 5. The average difference of the error radius between the landmarks within the collimated area can be compared to that between the points in the collimated and uncollimated areas. There were no significant differences between the point coordinates of the examinations T1 and T2.

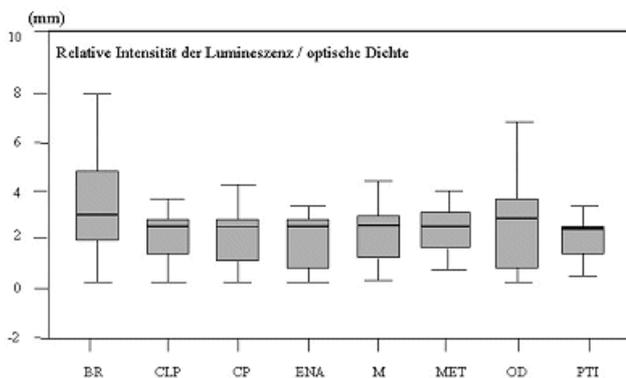


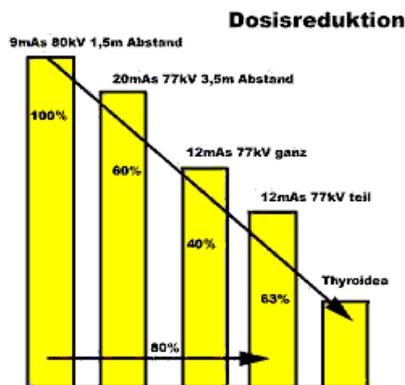
Fig. 5: Error radius of the examined landmarks in mm. Mean values and standard deviations of various points: BR 3,1 ± 1,9; CLP 1,9 ± 0,9; CP 2,0 ± 1,1; ENA 1,7 ± 0,8; M 2,0 ± 1,0; MET 2,2 ± 0,9; OD 2,5 ± 1,8; PTI 1,8 ± 0,7.

## Discussion and Conclusions

The linearity between the intensity of the photo-stimulated luminescence and the dose using storage phosphor plates allows the reduction of the x-ray dose according to orthodontic needs, which is not possible using conventional film-screen systems. The method of collimation close to the object with a thyroid shield presents an active protection of the patient from x-ray scattering. The computer-protected sensor technique is able to amplify different areas of the storage plates to different standards according to the need. In the uncollimated areas the scattered x-rays are sufficient to attain an image of the skull for a valid measurement. The minimal dose proposed by PRECIOUS and MILES [5] was reduced by far using the method described, without reducing the information of the image. Therefore for the first time the fully collimated skull x-rays have become dispensable for orthodontic diagnosis (fig.8).



Fig. 8: Digital lateral cephalogram with collimation near the focus. Software protected sensor technology allows the different amplification of various image areas. The complete collimation has therefore become dispensable.



## Bibliography

1. DELAIRE J: L'analyse architecturale et structurale craniofaciale (de profil); principes theoriques; quelques exemples d'emploi en chirurgie maxillofaciale. Rev Stomatol 79: 1, 1978.
2. DELAIRE J, SCHENDEL SA, TULASNE JF: An architectural and structural craniofacial analysis: a new lateral cephalometric analysis. Oral Surg 52: 226, 1981.
3. PRECIUS DS, DELAIRE J: Correction of anterior mandibular vertical excess: the functional genioplasty. Oral Surg 59: 229, 1985.
4. DELAIRE J, PRECIUS DS: Avoidance of the use of vomerine mucosa in primary surgical management of velopalatine clefts. Oral Surg 60: 589, 1985.
5. PRECIUS DS, MILES DA: The lateral craniofacial cephalometric radiograph. J Oral Maxillofac Surg 45: 737-8, 1987.

*This Poster was submitted on 29.07.00 by ZA Catrin Segerath.*

### Correspondence address:

*ZA Catrin Segerath*  
 Universitätszahnklinik Münster  
 Poliklinik für Kieferorthopädie  
 Waldeyer Straße 30  
 D - 48149 Münster

# Neue Aspekte des Strahlenschutzes - Strahlenreduktion versus diagnostische Information?

C. SEGERATH<sup>1</sup>, T. STAMM<sup>2</sup>, B. RENGER<sup>2</sup>, U. EHMER<sup>1</sup>, W. L. HEINDEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poliklinik für Kieferorthopädie - <sup>2</sup>Institut für Klinische Radiologie  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster



Abb. 1: Konventionelle seitliche Schädelaufnahme mit notwendiger Aufblende zur Erstellung einer Delaire-Analyse.

## 1 Einleitung

Dysmorphe faciale Gesichtsstrukturen resultieren aus pathophysiologischen Veränderungen der gesamten ossären und der angrenzenden Schädelstrukturen. DELAIRE und andere Autoren [1, 2, 3, 4] weisen daher auf die Wichtigkeit der architektonischen und strukturellen Analyse des gesamten Schädels hin (Abb. 3). PRECIOUS und MILES [5] halten zur Erstellung einer Ganzschädel-Analyse die röntgentechnische Aufblendung am Patienten für unabdingbar bei folgenden Einstellparametern: 9 mAs / 80 kV (Film-Folien-System der Klasse 400), bei einem Abstand von 1,50 m (Abb. 1). Ziel dieser prospektiven Studie war es, mit Hilfe der digitalen Radiographie (DR) eine Methodik zu entwickeln, die bei ohnehin reduzierter Strahlendosis und konventioneller Einblendung des Gesichtsschädels eine valide Analyse der cranialen und facialen Schädelstrukturen erlaubt.

## 2 Material und Methode

Im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster werden im Rahmen der kieferorthopädischen Diagnostik neben konventioneller Film-Folien-Technik auch digitale Fernröntgen-Seitenbilder (FRS) im Format 24 x 30 mittels digitaler Lumineszenzradiographie erstellt. Nach der Signalverarbeitung liegt das resultierende digitale FRS im DICOM Bildformat mit 10 bit Dateniefe (1024 Graustufen) in einer Ortsauflösung von 1568 x 1968 Pixeln (6,7 Pixel pro mm) zur Auswertung vor (Abb. 2). Die permanente Speicherung erfolgt lokal auf einer Festplatte, sowie auf einem optischen Speichermedium.



Abb. 2: Digitale FRS mit konventionell ergrößerter facialis Gesichtsschädel.

## 2.1 Methodik der Strahlenreduktion

Ausgehend von den Belichtungsparametern des vorhandenen Film-Folien-Systems der Klasse 200 und 400, erlaubt – aufgrund der Linearität zwischen der Intensität der photostimulierten Lumineszenz und der Dosis – die softwaregestützte Sensortechnik eine Reduzierung der Dosis (Abb. 4a und 4b). Während der stufenweisen Dosisreduktion wurde die Qualität der einzelnen Aufnahmen von drei radiologisch tätigen Mitarbeitern und zwei Kieferorthopäden jeweils unabhängig voneinander beurteilt. Dabei fanden die Parameter Kontrastumfang, Zeichenschärfe, Einblendung, Positionierung sowie im Bild vorhandene Artefakte Berücksichtigung. Die Beobachtung, daß trotz anodennaher Einblendung das Schädeldgewölbe sichtbar ist, führte zur Entwicklung einer patientennahen Einblendungsmechanik aus 0,5 mm Bleifolie (Abb. 7a, b). Der Bereich der Halswirbelsäule bis zum Schlüsselbein wird routinemäßig mit einem Thyroideenschutz abgedeckt (Abb. 7a, b).

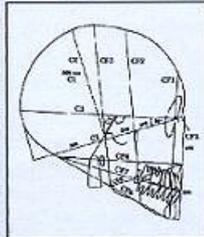


Abb. 3: Strukturelle und architektonische Komponenten der Delaire-Analyse.

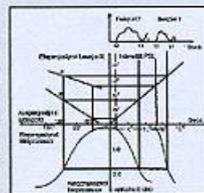


Abb. 4a: Abbildung von Dosiswerten auf Grauwerte in Abhängigkeit von den aufgetretenen Dosisverteilungen.

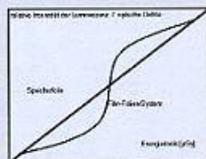


Abb. 4b: Die Speicherfolie besitzt eine über den Bereich von vier Größenordnungen hinweg lineare Abhängigkeit der Intensität der photostimulierten Lumineszenz von der Dosis.

## 2.2 Reproduzierbarkeit der DELAIRE-Analyse

Aus über 400 digitalen FRS wurden 100 Aufnahmen zufällig ausgewählt und dienten zur Überprüfung der intraindividuellen Reproduzierbarkeit der von DELAIRE vorgegebenen Landmarks. Die digitalen FRS wurden mit dem Programm NIH-Image 1.62 auf einer G3-Workstation zwei mal zeitversetzt (4 Wochen-Intervall) ausgewertet. Die einzelnen Landmarks wurden in ihre x- und y-Koordinaten zerlegt und die Distanz der Koordinaten zwischen den Untersuchungszeitpunkten T1 und T2 als Fehlerradius (mm) angegeben. Für die statistische Analyse wurden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet, sowie der WILCOXON-Test für verbundene Stichproben verwendet. Die überprüften Landmarks sind der Abbildung 8 zu entnehmen.

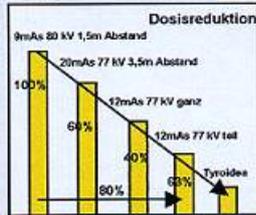
## 3 Ergebnisse

### 3.1 Strahlenreduktion

Die zentrale Abbildung zeigt die stufenweise Dosisreduktion. Ausgehend von der von PRECIOUS und MILES [5] geforderten Einstelltechnik erhalten wir bei Anwendung der vorgestellten Methode eine Reduktion von über 80%.

### 3.2 Reproduzierbarkeit der DELAIRE-Analyse

Die Verteilung der einzelnen Distanzen ist in Abbildung 5 dargestellt. Die durchschnittliche Differenz der Fehlerradien zwischen eingblendeten und ausgeblendeten Arealen. Es bestehen keine signifikanten Unterschiede der einzelnen Punktekoordinaten zwischen den Untersuchungszeitpunkten T1 und T2.



## 4 Diskussion und Konklusion

Die Linearität zwischen der Intensität der photostimulierten Lumineszenz und der Dosis bei der Speicherfolientechnik ermöglicht eine Anpassung der Dosis für kieferorthopädische Fragestellungen, die von Film-Folien-Systemen nicht erreicht werden. Die Methodik der objektiven Einblendung mit Thyroideenschutz stellt einen aktiven Schutz des Patienten vor Streustrahlung dar. Die computergestützte Sensortechnik ist in der Lage verschiedene Bereiche der Speicherfolie in unterschiedlichen Maße zu verstärken. Im ausgeblendeten Bereich genügt die vorhandene Streustrahlung, um die Schädelsklotze darzustellen und damit einer validen Vermessung zugänglich zu machen. Die von PRECIOUS und MILES [5] geforderte Mindestdosis wurde mit der beschriebenen Methode weit unterschritten, bei gleichem Informationsgehalt des Bildes. Die vollständig aufgeblendete Schädelaufnahme ist daher erstmals im Rahmen der kieferorthopädischen Diagnostik entbehrlich geworden (Abb. 8).

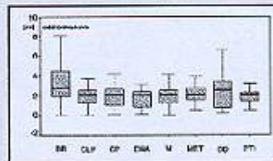


Abb. 5: Fehlerradius in mm der untersuchten Landmarks. Mittelwerte und Standardabweichung der einzelnen Punkte: BR 3,1 ± 1,9; CLP 1,9 ± 0,9; CP 2,0 ± 1,1; DIA 1,7 ± 0,8; M 2,0 ± 1,0; MET 2,2 ± 0,9; OD 2,5 ± 1,8; PTI 1,8 ± 0,7.



Abb. 6: Fokusnah eingblendete digitale FRS. Die softwaregestützte Sensortechnik ermöglicht eine unterschiedliche Verstärkung der einzelnen Bildareale. Die vollständige Aufblendung ist damit entbehrlich geworden.



Abb. 7a: Resultat der objektiven Einblendung.



Abb. 7b: Objektive Einblendungsmechanik aus 0,5 mm Bleifolie, Thyroideenschutz angelegt.



Abb. 8: Ausgewählte Landmarks.