植込型除細動器に対する歯科用レーザーの 安全性に関する研究

西 田 英 作 横 井 隆 政 窪 川 恵 太
阪 中 孝 一 郎 匹 田 雅 久* 吉 成 伸 夫

松本歯科大学歯科保存学第一講座

*愛知県開業

(受付：2009年4月24日，受理：2009年7月31日)

A Study on the Safety of Dental Laser for Implantable Cardioverter Defibrillator

Eisaku NISHIDA, Takamasa YOKOI, Keita KUBOKAWA,

Koichiro SAKANAKA, Masahisa HIKITA* and Nobuo YOSHINARI

Department of Periodontology, School of Dentistry, Matsumoto Dental University

*Practicing Dentist in Aichi Prefecture

(Received: April 24, 2009, Accepted for Publication: July 31, 2009)

Abstract: The implantable cardioverter defibrillator (ICD) is used for the treatment of patients with severe arrhythmia. These implantable medical devices such as the implantable pacemaker and ICD are affected by electromagnetic interference (EMI). EMI is an unwanted disturbance that affects electrical circuits due to either electromagnetic conduction or electromagnetic radiation emitted from an external source to implantable medical devices. Recently, opportunities for using laser equipment in many kinds of dental treatments have been increasing. It has been reported that the dental laser could cause EMI with an implantable pacemaker. However, the effects of a dental laser on ICD have not been reported. Therefore, we examined whether the dental laser might cause incorrect operation of ICD by using Irnich's human body model.

(J. Jpn. Soc. Laser Dent. 20 : 54 ~ 61, 2009 Reprint requests to Dr. NISHIDA)

Key words = Dental Laser, Implantable Cardioverter Defibrillator (ICD), Electromagnetic Interference (EMI)

キーワード= 歯科用レーザー，植込型除細動器 (ICD)，電磁干渉 (EMI)

緒 言

現在，不整脈患者に対する治療には，人工心臓ペースメーカーをはじめとする植込型医療機器が普及している。中でも，植込型除細動器 (Implantable Cardioverter Defibrillator：以下 ICD) は主として，重症の不整脈を治療するための治療装置であり，突発性の心室細動や心室頻拍を自動的に検知し，即座に心臓に電気信号を与え心臓の動きを正常に戻し，心臓発作による突然死を防ぐ。

ICD は，心臓が自力で収縮した場合，器械からの刺激

による心臓収縮と自力収縮との競合を生じないように，刺激の発生を適切に制御する心電位を監視している。すなわち，体内に植え込んだ電極で生体内が発生する微弱な電気信号を検出し，検出信号をもとに器械の機能を症状に合わせ適正化し，プログラミングするアンテナコイルにより制御している。従って，この電極に外部からの電気的な妨害信号が誘起された場合，それが心電位と共通の性質を持つ場合には誤動作の原因となり，このような現象を電磁干渉 (Electromagnetic Interference：以下 EMI) と呼んでいる¹⁾。

電磁障害には電磁波妨害と電磁波耐性の2つに大別され、EMIは後者に相当するが、この相反する現象を調和、両立させることをEMC規格の適合という²⁾。また、医用電気機器はクラス分けがあり、ペースメーカーやICDは生体に埋め込み、不具合が生じた場合生命の危険に直結する可能性のあるクラスIVに分類される²⁾。

近年、携帯電話等に代表される通信機器、電子商品監視装置およびIH炊飯器（電磁誘導でコイルを温め、加熱する炊飯器）等で植込型医療機器が誤作動する事例が報告されている³⁾。これらの電子機器類が今後さらに普及することに比例して、植込型医療機器の誤作動の事例、報告も増加すると推測される。また、これらの電子機器の中に歯科用レーザーも含まれており、これまでにレーザーその他の歯科用電気機器が心臓ペースメーカーにEMIを誘発した事例が報告されている⁴⁾。しかしながら、歯科用レーザーがICDに対してEMIを発生するか否かは報告されていない。そこで今回、歯科用レーザーのICDに対する安全性を検証する目的で、市販の歯科用レーザーを使用してICDに対する影響を検討した。

材料と方法

1. 歯科用レーザー装置

歯科用レーザー装置は、炭酸ガスレーザー（OPLASER PRO®、株式会社ヨシダ、東京）、Er:YAGレーザー（Erwin AdvErL®、株式会社モリタ、東京）、半導体レーザー（オサダライトゲージ3000®、長田電機工業株式会社、東京）、Nd:YAGレーザー（インパルスデンタルレーザー®、アストラテック株式会社、東京）の4種類を使用した（図1）。

2. 歯科用レーザー装置の漏洩電磁界の測定

ICDで外部電磁界が問題となるのは、ICDに心電位の検出感度以上の振幅で雑音が混入する場合である。混入雑音の振幅は概ね外部電磁界の強度に比例する。よって、口腔内を想定した照射部および歯科用レーザー本体部における交流電界、交流（変動）磁束密度、直流磁束密度を電界計測器（FD-1、製造番号：715-Ver1.07、Combinova、スウェーデン）と磁界計測器（4080、製造番号：804236、F.W.ベル、東京）にて測定した。各歯科用レーザーの出力は表1に示す最大出力で、30秒間照射を行い、歯科用レーザーにおける最大の漏洩磁界を想定した。漏洩電磁界の最低基準値は安部ら⁵⁾が設定した、交流電界強度2000V/m以下、交流磁束密度1 Gauss = 100 μ T以下、直流磁束密度10 Gauss = 1000 μ T以下を目安とした。

3. 歯科用レーザー装置のペースメーカーへの影響の検討

上述の漏洩電磁界の値が最も高値を示したNd:YAGレーザーを使用して、ペースメーカーに対するEMIの誘発を測定した。本研究ではペースメーカーを人体内に装着した

のと同様な状態を想定し、Irnichのファントムモデル⁶⁾を使用して歯科用レーザー装置におけるペースメーカーへの漏洩電磁界の影響を検証した（図2A, B）。測定には、上述の生体をシミュレートしたIrnichのファントムモデルの水槽に電気伝導度と等価な0.18%の生理食塩水を満たし、電極リード線リード6942（製造番号：TCB101858V、日本メドトロニック株式会社、東京）（図2C）を装着したペースメーカー（KAPPA KDR901、製造番号：PKM753792S、日本メドトロニック株式会社、東京）を設置した（図2D-a）。ペースメーカーの感度は双極：0.18mVおよび単極：0.5mVに設定し、測定距離を0cmとして30秒間測定を行った。また、2090プログラマ（日本メドトロニック株式会社、東京）を使用し、ペースメーカーの作動状況を計測、記録した。

4. 歯科用レーザー装置のICDへの影響の検討

上述の4種類の歯科用レーザー装置を使用して、ICDに対するEMIの影響の検討を行った。測定は前述のペースメーカーへのEMIの誘発、検討と同様に、IrnichのファントムモデルにICD（MARQUIS DR 7274、製造番号：PKC620154S、日本メドトロニック株式会社、東京）（図2D-b）を設置した。ICDの感度は0.15mVに設定し、測定距離を0cmとして30秒間測定を行った。ICDの設定は、ICDの種類および患者により異なるが、本実験では最大感度に設定し、外部からのノイズを誤検出しない事を確認した後、EMIの影響を検討した。ICDの作動状況は2090プログラマ（日本メドトロニック株式会社、東京）で計測、記録した。

結 果

1. 歯科用レーザー装置の漏洩電磁界計測結果

歯科用レーザー本体と、照射部からの漏洩電磁界計測結果を表1に示す。Er:YAGレーザー（Erwin AdvErL®：株式会社モリタ、東京）、炭酸ガスレーザー（OPLASER PRO®：株式会社ヨシダ、東京）、半導体レーザー（オサダライトゲージ3000®：長田電機工業株式会社、東京）からは、設定した基準値を下回る値が測定された。しかし、Nd:YAGレーザー（インパルスデンタルレーザー®：アストラテック株式会社、東京）からは照射部から0cmおよび10cmの測定距離で基準値を上回る値が計測された。Nd:YAGレーザーにおける10cm以上の距離での変動磁界、静磁界は0cmにおける値が基準値以下であったため、測定しなかった。

この結果より、Nd:YAGレーザーがペースメーカーとICDに与えるEMI効果について検討を行うことにした。

2. Nd:YAGレーザーがペースメーカーに及ぼすEMIの影響

照射想定部から基準値を上回る漏洩電磁界値を示した歯

	A	B	C	D
販売元	株式会社ヨシダ	株式会社モリタ	長田電機工業株式会社	アストラテック株式会社
名称	OPLASER PRO®	Erwin AdvErL®	オサダライトゲージ3000®	インパルスデンタルレーザー®
主たるレーザー光	炭酸ガスレーザー	Er:YAG レーザー	半導体レーザー	Nd:YAG レーザー
波長	10.6μm	2.94μm	810±20nm	1064nm
出力	最大7W	最大3.5W	最大3W	最大6W
医療機器承認番号	21600BBZZ00246000	21500BZZ00721000	20800BZZ00571000	21700BZY00507000

図 1 調査に使用した歯科用レーザー機器（上段）とその仕様（下段）

表 1 歯科用レーザーからの漏洩電磁界計測結果

No.	測定可能周波数 基準値 使用機器 単位 被測定機器	W 出力	測定箇所	cm 測定距離	20-2kHz 2000V/m FD-1 V/m	20-2kHz 100μT FD-1 μT	20-2kHz 1000μT 5080 μT
					変動電界	変動磁界	静磁界
1	炭酸ガスレーザー OPLASER PRO®	7（最大出力）	照射部	0	80	0.08	0.3
		7（最大出力）	本体部	0	400	8	0.5
2	Er:YAG レーザー Erwin AdvErL®	3.5（最大出力）	照射部	0	100	0.15	0.4
		3.5（最大出力）	本体部	0	300	15	0.5
3	半導体レーザー オサダライトゲージ 3000®	3（最大出力）	照射部	0	80	0.08	0.3
		3（最大出力）	本体部	0	400	4	0.3
4	Nd:YAG レーザー インパルスデンタルレーザー®	6（最大出力）	照射部	0	6000	0.1	0.4
				10	2000	—	—
				20	1000	—	—
				30	800	—	—
		6（最大出力）	本体部	10	1000	4	0.7

歯科用レーザーからの漏洩電磁界計測結果を示す。測定対象物の計測箇所と最大値の値を記録した。炭酸ガスレーザー、Er:YAG レーザー、および半導体レーザーからは、今回設定した基準値を下回る値が測定された。しかし、Nd:YAG レーザーから照射部から 0 cm および 10cm はなれた距離で変動電界が基準値を上回る値が計測された。

図 2 調査に使用した ICD, ペースメーカーおよびリード線

A: Irnich のファントムモデル, B: Irnich ファントムモデルの模式図。本体に約 0.18% の食塩水を満たし, ペースメーカーおよび ICD をリードに接続後, シミュレータを接続し測定を行う。C: リード線本体と, 各部位の名称, D: ペースメーカー, ICD とそのリード線 (a) ペースメーカー本体, (b) ICD 本体, (c) ICD に接続するリード線

表 2 Nd:YAG レーザーがペースメーカーに与える EMI 誘発結果

	リード極性	ペースメーカー感度(mV)	距離(cm)	ALL Sensing 時	ALL Pacing 時
Nd:YAG レーザー インパルス デンタルレーザー®	双極(Bi)	0.18	0	影響なし	影響なし
	単極(Uni)	0.5	0	影響なし	影響なし

Nd:YAG レーザーがペースメーカーに与える EMI についてシミュレーション実験の測定結果を示す。Nd:YAG レーザーはセンシング時, ペーシング時ともに VS 波形が認められず, ペースメーカーの作動に対して影響を及ぼさなかった。

科用レーザー (Nd:YAG レーザー) がペースメーカーに与える EMI の測定結果を表 2 に示す。また, 図 3A にペースメーカーセンシング時の心電図の波形を示す。センシング時の心電図は擬似心電図といわれ, ペースメーカーは作動しておらず正常な心臓動作をモニターしている。図 3B に心臓動作がペースメーカーに依存しているペースメーカーペーシング時の心電図の波形を示す。モニターした心電図には EMI による誤動作であるオーバーセンシングの VS (Ven-

tricular Sensing) 波形が観察されなかったことから (図 3), この Nd:YAG レーザーはペースメーカーの作動に対して影響を及ぼさないこと確認された。

3. 歯科用レーザーが ICD に及ぼす EMI の影響

各歯科用レーザーが ICD に与える EMI の測定結果を表 3 に示す。すべての歯科用レーザーは, ICD に対して EMI を誘発しなかった。また, 照射想定部から基準値を上回る漏洩電磁界値を示した Nd:YAG レーザーを用いた

図3 Nd:YAGレーザー照射時のペースメーカ波形

Nd:YAGレーザーがペースメーカに与えるEMIについてシミュレーション実験の測定結果を示す。Nd:YAGレーザーは(A)センシング時、(B)ペースイング時ともに誤動作を示すVentricular Sensing波形は認められず、ペースメーカの作動に対して影響を及ぼさなかった。

表3 各種歯科用レーザーがICDに与えるEMI誘発結果

	リード極性	ICD感度(mV)	距離(cm)	ALL Sensing時	ALL Pacing時	頻脈検出
炭酸ガスレーザー OPELASER PRO ®	双極(Bi)	0.15	0	影響なし	影響なし	影響なし
Er:YAGレーザー Erwin AdvErL ®	双極(Bi)	0.15	0	影響なし	影響なし	影響なし
半導体レーザー オサダライトザージ 3000 ®	双極(Bi)	0.15	0	影響なし	影響なし	影響なし
Nd:YAGレーザー インパルス デンタルレーザー ®	双極(Bi)	0.15	0	影響なし	影響なし	影響なし

今回検証した歯科用レーザーはセンシング時、ペースイング時、頻脈時ともにVS波形が認められず、ペースメーカの作動に対して影響を及ぼさなかった。

ときのICDの出す波形を図4に示す。ICDが作動していない疑似心電図を測定したセンシング時(図4A)、ICDに依存して心臓が動作中の状況であるペースイング時(図4B)、ICDに心室細動、左心室頻拍をプログラマで出力した場合の頻脈時(図4C)で、誤動作を示すVSの波形は観察されなかった。

以上の結果から、今回調査した歯科用レーザー機器においては、ICD装着者に対して適用制限をもたらすものではないことが確認された。

考 察

ICDは、主として心拍数が毎分240回以上と、生理的に見て異常に早くなってしまった不整脈患者の心臓に、人為的な電気刺激を与えることによって心拍数を正常に回復、維持するための装置である⁷⁾。ICDは、心臓が自力で収縮した場合、器械の刺激による収縮と競合を生じないように、刺激の発生を適切に制御するための、心電位を監視する電極が付いている。したがって、この電極に外部から

図 4 Nd:YAG レーザー照射時の ICD 波形

Nd:YAG レーザーを用いたときの ICD の出す波形を示す。Nd:YAG レーザーを用いたとき、(A) センシング時、(B) ペーシング時および、(C) 頻脈時ともに誤動作であるオーバーペースを示す VS 波形は認められず ICD の作動には影響しなかった。

の要因によって起電力が誘起された場合、それが心電位と共通の性質を持つ場合には誤動作の原因となる。このような現象は ICD の電磁干渉 (EMI) と呼ばれている⁸⁾。この EMI の原因となる外部的要因には電界と磁界の影響があり、それぞれに異なった性質を持っている。したがって、その防御方法も異なり、このような問題を取り扱う分野を電磁環境工学と呼んでいる⁹⁾。

ICD の EMI 発生機序には、以下のような 3 種類が考えられている¹⁰⁾。

第 1 は、人体に直接電流が流れる場合で、家電製品からの漏電、低周波治療器、通電式の鍼麻酔、電気メス、除細動器などが相当する。生体に電流が流れると、生体の電気抵抗のため、電流の流路に電圧降下が生じ、ICD の関電極 (心筋に接触し、ペーシングを行うマイナス極)、不関電極 (心筋に接触し、電気を受け止めるマイナス極) 間の

電位差が入力振幅になる。通常、人体に $50\mu\text{A}$ の電流が流れると、 1mV の雑音が入力される。

第 2 は、人体に変動磁界が照射された場合で、大型のモーター、大電流の溶接機や変電設備、電磁調理器 (IH 調理器) や磁気浮上リニアモーターカーなどの影響が相当する。ICD のリード線は、関、不関電極間の生体組織を含めて、1 回巻きコイルを形成している。このコイルに変動磁界が照射されると、発電機と同じ原理で電圧が誘起される。周波数 50Hz の場合、 0.7G で ICD に 1mV の雑音が入力されることになる。

第 3 は、人体が高電圧交流電界に曝された場合で、高電圧送電線に近付いた場合などに相当する。この場合、電界の変動に応じて体内の荷電粒子 (電子やイオン) が移動 (振動) することで、体内に電流が流れた場合と同様の現象となる。電界が 5kV/m で、体内に $50\mu\text{A}$ の電流が流

れたのと等価になり、ICDでは1mVの雑音が入力される。これらの雑音の振幅は、すべて単極電極（植込型除細動器本体表面がプラス極、コイル先端がマイナス極）の場合であって、双極電極（植込型除細動器には電極がなく、コイル先端にプラス、マイナス極がある）の場合には、その影響が約1/6～1/10と小さくなる。

ICDに対する磁界の影響は複雑である。ICDのリード線は、関電極、不関電極間の生体組織を含めて1回巻きコイルを形成し、人体に変動磁界が照射された場合、発電機と同じ原理でこのコイルに電圧が誘起される。しかし、発電に寄与するのはコイルと鎖交している磁界のみで、コイルと鎖交していない磁力線は無視できる⁴⁾。

一般的に磁力の値はG（ガウス）、またはT（テスラ）；1T = 10,000G）という磁束密度で表される。磁束密度が大きいほど磁力は強いが、磁界が大きいとは限らない、つまり、同じ密度で磁力線を発生している磁石であっても、鎖交磁力線の数、磁石の形状、大きさで変わることを意味する。

従って、同じ磁束密度の磁界発生源でも、その形状が大きいほど、影響が大きくなる。ICDで生じるEMIの多くは通常の電子機器と異なり、直接ICD内に雑音が侵入して生じるのではなく、雑音がICDの信号源である人体に侵入し、ICDに入力すべき心電位波形そのものが損なわれて生じる。一般に電磁干渉と言われているがその性質上、電界の影響と磁界の影響に分けて考える事ができる。通常、高電圧が発生している所に電界が発生し、大電流が流れている所に磁界が発生する。これによって発生した電磁界が、ICDに影響を及ぼすような強さである場合、ICDがこれを自己脈と誤認識した場合は刺激を抑制し、逆に自己脈の心電位が雑音に埋もれて感知出来なくなった場合は、電気ショックパルスを放出する⁵⁾。

いずれの場合も、強烈なEMIで、ICDに恒久的な障害が残るような場合を除けば、患者がEMI発生源から遠ざかれば、正常な動作に復帰するものがほとんどである。

ペースメーカをはじめとする植込型医療機器の進歩は著しいが、種々の電磁干渉の問題が発生し始めている。現代の日本では、電磁波がない生活は考えられず、目に見えない電磁波が日常的に周囲に存在している。その代表が携帯電話である¹¹⁾。携帯電話による医療電子機器への干渉が社会問題となっている理由は、ペースメーカ装着患者は現在20万人とも言われており、日常生活で必須となった携帯電話を使用する、すなわち、電磁界が発生する環境に植込型医療機器装着患者がさらされる機会が多くなっていることである。本研究は、現在普及している各種歯科用レーザー機器が植込型除細動器（ICD）に対して電磁障害（EMI）を引き起こすかどうかを検証した。歯科用レーザーも電磁波を放出する機器のひとつである¹¹⁾。現在まで

歯科用レーザーが誘発する電磁界に対しての研究は、ペースメーカに対する報告が多い^{4,12)}。レーザー装置本体は高電圧が発生しているため、ペースメーカに限らずICDの作動に影響を与える可能性はある。ペースメーカ、ICDにはともに低周波、高周波をカットするフィルターが装着されているが、設定はそれぞれで異なる。過去の報告で使用されたペースメーカは現在よりフィルターの精度が低い可能性があり、最近のペースメーカには改良がなされEMIに対応していることが予想される。すなわち、今回設定した条件下においては、実験に使用したレーザー4機種と使用したペースメーカおよびICDにEMIが誘発されなかったこととなる。

また、Nd:YAGレーザーの漏洩磁界が他機種より大きかったことは、磁界計測器FD-1で測定できる範囲外の周波数の電磁波によるものと考えられる。磁界計測器FD-1の場合、2kHzまでしか正確に測定できないため、それ以外の周波数の電磁波をNd:YAGレーザーが放出した可能性がある。すなわち、Nd:YAGレーザー本体に周波数の変調が起こり、磁界計測器測定可能周波数範囲外の漏洩磁界を他機種より多く放出したのかもしれない。また、Nd:YAGレーザー本体よりも照射部の変動磁界が大きかったことはNd:YAGレーザー起動部から照射チップまでに周波数の変調が起こった可能性が予想される。この変調によりNd:YAGレーザーは、本体より照射部における検出値の方が高かったことが考えられる。また、著者らはペースメーカ装着患者でも禁忌であった電気メスが、ICDにおいても禁忌であることを確認している。

本研究では、ICDに対する歯科用レーザーの影響を検討、調査し、安全性を確認した。一般の患者のICD感度はほぼ0.3mVに設定されており、今回行ったシミュレーション実験の条件は、0.15mVとかなり不安定な状況で、誤作動しやすい条件で行ったが、この環境下でも、すべての歯科用レーザーは、ICDの作動に対して影響をおよぼさなかった。現在、ペースメーカ、ICDとも多くのメーカーから販売されており、さらに設定もそれぞれ異なる。よって、条件次第では高電圧を発する歯科用レーザーは本研究で使用した機器以外を使用した場合、影響がある可能性を完全に否定することはできない。前述のとおり本研究はかなり厳しい条件でシミュレーションを行っているため、今回設定した条件以下ならEMI誘発の可能性は低いことが示唆される。それゆえ、本研究データはICD装着患者に対して、レーザーによる歯科医療を安全に行うにあたり有用なデータであると考えられる。

結 論

今回の報告では、ICD感度を0.15mVに設定し、非常に不安定な条件でペースメーカ、ICDに対するEMIの影響

の検証を行ったが、調査した歯科用レーザーではICDにEMIを引き起こすことはなかった。しかしながら、ICDの設定は各個人様々であり、高感度の場合には影響を及ぼすことも想定できる。以上のことより、今後も詳細に歯科用レーザーがICDに与える影響について検証していく必要があると思われる。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究の遂行に際しご協力いただいた日本メドトロニック株式会社、林 美香様、松尾和弘様、藤本 裕様、および関係者各位に厚く御礼申し上げます。また歯科用レーザーを貸与いただいた株式会社ヨシダ様、株式会社モリタ様、長田電機工業株式会社様、アストラテック株式会社様に感謝申し上げます。

文 献

- 1) Irnich W, de Bakker JM, Bisping HJ: Electromagnetic interference in implantable pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol*, 1 : 52-61, 1978.
- 2) <http://plaza.umin.ac.jp/~spapt/> (Accessed 2009.06.17)
- 3) 藤本 裕: 植込型医療機器の電磁干渉. 電子情報通信誌,

88 : 80-84, 2005.

- 4) 菅 武雄: 歯科用電子機器による心臓ペースメーカーへのEMI. *日磁歯誌*, 11 : 42-46, 2002.
- 5) 安部治彦, 豊島 健: 生体内植込みデバイス患者と電磁干渉, 日本不整脈学会監修, 東京, 2007, メディカルレビュー社, 52.
- 6) Irnich W: Interference in Pacemaker. *PACE*, 7 : 1021-1048, 1984.
- 7) Toyoshima T, Yamanouchi Y, Nakajima H: Occupational and environmental Issues for ICD and pacemaker recipients. *Clinical and occupational medicine, A Hand book for occupational physicians*, 2004, 113-119.
- 8) Nakajima H, Toyoshima T, Fujimoto H: Quantitative analysis of electromagnetic interference in cardiacpacemaker in humanbody, *EUROPACE*2001 : 95-98, 2001.
- 9) 豊島 健: 心臓ペースメーカーの電磁干渉. *心臓ペーシング*, 4 : 276-287, 1988.
- 10) 藤本 裕, 豊島 健: 心房心室同時シミュレーション可能なEMI評価生体モデル. *不整脈*, 16 : 534-540, 2000.
- 11) 豊島 健: 携帯電話が心臓ペースメーカーに与える影響とは. *日本応用磁気学会誌*, 23-1-1 : 18-22, 1999.
- 12) Brand HS, van der Hoeft EV, Schrama TA, et al: Electromagnetic interference of electrical dental equipment with cardiac pacemakers. *Ned Tijdschr Tandheelkd*, 114 : 373-376, 2007.