

2

Glide path 형성용 니켈티타늄 회전 파일의 효율: in-vitro 예비 연구

¹부산대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실, ²경북대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실

김 현 철^{1)*}, 곽 상 원¹⁾, 하 정 흥²⁾

ABSTRACT

Efficiency of the nickel-titanium rotary instruments for glide path preparation: in-vitro preliminary study

¹Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University, Dental Research Institute,

²Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University

Hyeon-Cheol Kim^{1)*}, Sang Won Kwak¹⁾, Jung-Hong Ha²⁾

Objectives: This preliminary study compared the effects of glide path establishing instruments prior to substantial root canal preparation. **Materials and Methods:** Glide path was established by enlargement of the 2nd mesiobuccal root canal of Dentallike by using three kinds of glide path preparation nickel-titanium file; PathFile, One G and ProGlider. The pre- and post-instrumented Dentalikes were weighed in the resolution of 1 / 10mg. In addition, after glide path preparation, torque generated during shaping using the WavoOne file was measured. The data were analyzed by one-way ANOVA and Tukey post-hoc test at a significance level of 95%. **Results:** The ProGlider had the significantly larger amount of reduced weight than other instrument groups ($p < 0.05$). There was no significant difference between group of glide path preparation with ProGlider and without glide path preparation in maximum torque and total stress generation during the shaping with WaveOne. **Conclusions:** Glide path preparation instruments may have different efficiency according to their geometries. The Dentallike artificial teeth were revealed to have discrepancies in the size of root canals by microCT examination. It is impossible to make a meaningful judgment of the results due to the reliability or resolution problem of the root canal size of the artificial tooth selected as the standardized tooth.

Key words : artificial tooth; simulated canal; Dentallike; Glide path preparation; nickel-titanium file

Corresponding Author

Hyeon-Cheol Kim, DDS, MS, PhD, Professor

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University

Geumo-ro 20, Mulgeum, Yangsan, Gyeongnam, 50612, Korea

Tel : +82-55-360-5222, e-mail : golddent@pusan.ac.kr

This study was supported by 2016 Clinical Research Grant, Pusan National University Dental Hospital.
The authors have no financial affiliations related to this study or its sponsors.

I. 서론

1988년 스테인리스스틸 파일을 대체할 수 있는 유용한 재료로 초탄성(super-elasticity) 특징을 가진 니켈티타늄(Nickel-Titanium; NiTi) 합금으로 만들어진 파일이 소개된 이후 20여 년이 경과하는 동안 그 사용이 점진적으로 증가해 가고 있다¹⁻³⁾.

NiTi 파일은 초탄성 특성을 가진 합금으로 만들어져 유연성이 아주 좋은 특성에 의해 만곡이 심한 근관을 잘 따라 들어갈 수 있는 장점을 가진다^{2, 4)}. 아울러 보통의 경우 연속 회전하는 움직임으로 근관 상아질의 성형이 이루어지므로 그 동안 삭제 잔사가 근관 상부로 잘 배출되어 술후 민감증이 생기는 원인을 거의 없애주는 것이 큰 장점이다^{5, 6)}. 그러나, 임상에서의 사용이 증가함과 동시에 사용 중 불가항력적으로 나타나는 파일의 파절 문제가 사용할 때마다 늘 함께하는 두려움과 고민거리가 되고 있다^{7, 8)}.

NiTi 파일의 파절은 주로 두 가지 양상에 의해 발생하는데, 만곡 근관에서 많은 회전을 하는 동안 피로가 누적되어 일어나는 피로파절과 좁은 근관에 파일이 끼면서 발생하는 응력에 의해 늘어짐 현상에 이어 나타나는 비틀림 파절로 주로 일어난다^{7, 8)}.

이 중 비틀림 파절은 NiTi 파일이 가지는 일반적인

구조적인 특성인 비삭제형팁(non-cutting / inactive / guiding tip)의 특성과도 관련이 있는데, 이는 회전력에 의한 상아질의 천공을 막기 위해 부여된 구조이다. 그러나 이런 비삭제형 팁은 근관이 좁거나 파일이 꼭 끼는 상황에서 파일에 응력을 증가시키게 되고 비틀림 파절의 직접적인 원인이 된다⁹⁻¹¹⁾. 따라서, NiTi 파일의 파절을 줄이는 안전한 사용을 위해 glide path를 미리 형성하는 것이 추천된다^{12, 13)}. Glide path를 형성함으로써 근관 성형용 파일의 torsional stress 및 파절 위험성을 줄이고 성형용 파일 자체의 수명/사용시한을 증가시킬 수 있다.

Glide path의 형성을 위해 stainless-steel hand file을 사용할 수도 있지만, 근래에 소개된 전동 NiTi 파일은 NiTi 합금의 고유 특성으로 인해 glide path의 형성에 그 효과가 더욱 우수하다¹⁴⁾. 이 연구에서는 치아 모형을 재현한 인공치 Dentalike를 사용하여 세 가지 glide path 형성용 NiTi 파일의 삭제 효율을 비교하였다.

II. 재료 및 방법

Glide path 형성용 파일(그림 1)인 PathFile

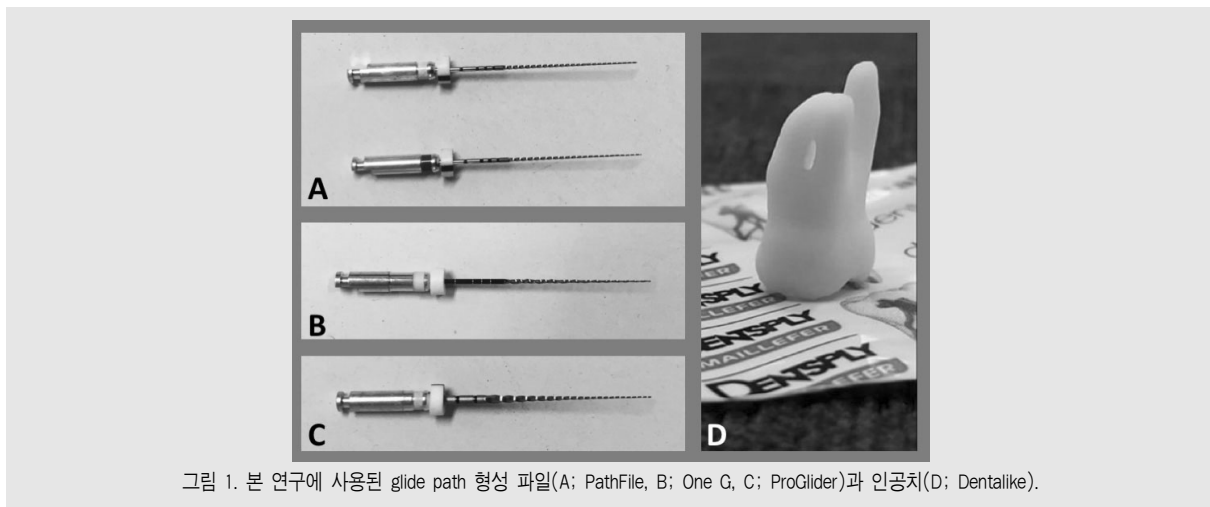


그림 1. 본 연구에 사용된 glide path 형성 파일(A; PathFile, B; One G, C; ProGlider)과 인공치(D; Dentalike).

(Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), One G 파일(Micro Mega, Besancon, France) 과 ProGlider 파일 (Dentsply Maillefer)을 이용하여 Dentalike 인공치 (Dentsply Maillefer)를 성형하는 동안 삭제된 치아의 무게량을 비교하고, 그 후 성형용 파일을 사용하였을 때 파일에 추가되는 하중을 비교하여 그 효과를 비교하였다.

1. Glide path 형성 후 인공치의 무게 변화량 측정

인공치아 Dentalike 45 개를 glide path 파일의 종류에 따라 3 군(n=15)으로 무작위로 나누었다. 각 인공치를 PathFile(#13, #16, 2% taper), One G(#14, 3% taper) 및 ProGlider(#16, progressive changing taper) 파일로 Dentalike의 제2 근심협측 근관에 대해 glide path를 형성하였다. One G 및 ProGlider는 single file system이므로 하나의 파일을 사용하였고, PathFile의 경우 #13 과 #16의 두 개의 파일을 순차적으로 사용하였다. 각 파일을 이용한 glide path의 형성은 X smart-Plus motor(Dentsply Maillefer)를 사용하여 300rpm의 속도로 한 명의 숙련된 임상가가 실시하였다. 형성 전후의 인공치 무게를 micro-balance(Discovery, OHAUS, Parsippany, NJ, USA)을 사용하여 1/10 mg 단위로 측정하였다. Glide path 형성 중 무게의 변화를 유발할 수 있어 근관 세척은 하지 않았다. 성형 후 무게의 감소를 삭제량으로 추정하고 glide path 형성 효율로 비교 평가하였다.

2. Glide path 형성 후 근관 확대 응력 측정

Glide path 형성이 완료된 인공치 Dentalike중

ProGlider를 사용하여 Glide path를 형성한 군과 다른 15개의 Glide path를 형성하지 않은 군으로 구분하고 Dentalike의 근심협측 근관을 WaveOne Gold Primary 파일로 성형을 하였다. X smart-Plus motor에 전용으로 연결한 측정장치를 이용하여 근관 확대가 일어나는 동안의 glide path의 형성 유무에 따른 성형 시의 torque 발생을 비교하였다 (n=15). 근관 성형 과정 중의 실시간 torque를 100Hz 속도로 data acquisition module을 통해 컴퓨터로 전송하여 기록하였으며, 저장된 data를 이용하여 plot을 형성하여 각 과정에 대한 maximum torque와 전체 누적 에너지 양을 산출하고, glide path의 영향을 비교하였다.

3. 통계 비교

무게 비교 시험과 응력 발생 비교 시험 결과에 대해 유의한 차이가 있는지 95% 신뢰도의 범위로 통계 분석하였다. 무게 비교 시험 데이터는 one-way ANOVA와 Tukey post-hoc test를 통해, 응력 발생 비교 시험은 t-test를 통해 95 % 유의 수준에서 분석했다.

Ⅲ. 실험결과

PathFile, One G와 ProGlider에 의해 삭제된 인공치아의 무게 감소량은 Table 1과 같다. ProGlider는 다른 두가지 파일에 비해 더 많은 양의 인공 근관을 삭제하는 효율을 나타냈다($p < 0.05$).

Glide path를 형성한 인공치아의 근관과 형성하지 않은 근관에서 WaveOne Gold 파일을 사용하여 근관을 성형하는 동안 형성되는 최고 응력과 전체 발생 에너지의 양은 유의한 차이가 나타나지 않았다 ($p > 0.05$).

Table 1. PathFile, OneG와 ProGlider에 의해 삭제된 인공치아의 무게(mg)

File	Weight reduced
PathFile	0.445 ± 0.160 b
One G	0.520 ± 0.187 b
ProGlider	0.675 ± 0.111 a

^{ab}: Groups with different superscript showed significantly different efficiency to remove artificial canal material ($p < 0.05$).

Table 2. ProGlider를 이용한 glide path형성 후 WaveOne Gold 성형과정의 응력(maximum 및 total stress) 비교

Glide path 형성	Maximum Torque (Ncm)	Total energy during shaping (Ncm)
Yes	1.73 ± 0.32	11.97 ± 5.83
No	1.87 ± 0.46	14.84 ± 6.77

There was no significant difference between groups with and without glide path preparation for both criteria ($p > 0.05$, t-test).

IV. 연구 고찰

Glide path의 형성용 NiTi 파일은 현대 근관치료에서 필수재료로 사용되고 있는 근관 성형용 NiTi 파일과 함께 안전하고 효율적인 근관 성형을 위해 기본적인 재료로 자리 잡아가고 있다. 이런 NiTi 파일은 stainless steel 파일보다 glide path를 형성하는데 더 빠르고 정확하며 효율적이다^{3, 14}. 이는 아마도 일반적인 성형용 니켈티타늄 전동 파일이 stainless steel 수기구보다 우수한 점과 마찬가지로의 이유일 것이다. 즉, 니켈 티타늄 합금으로 만들어진 기구의 유연성이 동일하게 적용되기 때문에 그러하다. 그러나, 각 기구의 형태나 크기에 의한 파절 저항성 등이 차이가 날 수 있으며, 임상에서의 효율성도 다를 수 있다. 기존 연구들은 glide path 기구의 파절 저항성 비교 등에 한정되었으며, 임상적인 의미를 갖는 연구로는 glide path 형성 동안의 잔사 정출 등을 비교한 연구가 발표된 바 있다¹⁵⁻¹⁷.

본 연구에서는 모형 치아를 활용하여 glide path 형성용 니켈티타늄 파일의 실제 효율을 비교하고자 하였다. 근관의 최소 공간을 부드럽게 확보하여 이어지

는 성형용 기구의 작업동안 비틀림 하중을 줄여주기 위한 충분한 공간을 제공할 수 있는지 평가할 수 있는 객관적 방법으로 삭제량(무게)을 비교하였다. 표준화를 위해 치아 형태를 복제한 인공치를 사용하였다.

시험 결과 삭제량에 대해서는 비교한 glide path 형성용 파일 사이에 유의한 차이가 있었다. 이는 파일의 크기, 특히 경사도(taper)의 차이가 만든 결과로 추정된다. ProGlider는 #16의 팁 크기와 함께 점진적으로 증가하는 경사도(progressive changing taper)를 지니고 있어 근관 상부의 삭제량이 많아졌을 것으로 추정된다.

Ha 등의 연구에서는 근관 내 기구 조작의 첫 단계인 glide path의 형성과정에 생길 수 있는 근단공 잔사 정출량을 정량적으로 비교하였는데, 이 연구에서도 ProGlider가 잔사 정출량이 가장 적은 것으로 나타났다⁶. 이런 결과는 큰 경사도에 의한 상부 직경의 증가에 따른 공간 확보로 잔사의 제거 및 세척의 효율성에 기인한 것으로 해석되었다^{18, 19}. 이는 본 연구 결과에서 해석되는 부분과 일치된다.

이런 glide path 형성 파일의 효율은 다양한 방법으로 평가가 가능한데, 단순한 성형 시간의 차이의 비

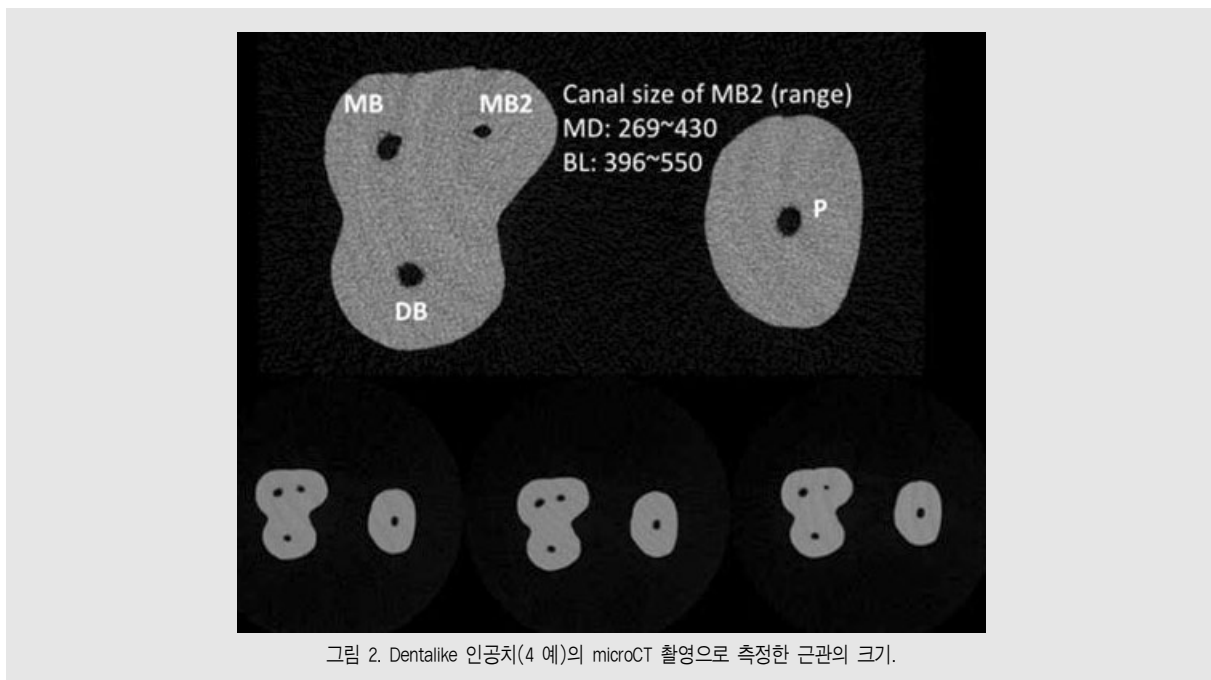
교도 이루어졌다. 이는 기구의 숫자 차이에 의한 것으로 단순 해석될 수 있지만, 마찬가지로 모든 전동 니켈 티타늄 glide path 형성 파일이 stainless steel 기구 보다 상대적으로 우수하였다^{20~22)}. 이런 우수성은 근관의 중심 유지나 질적 평가에서도 나타났는데, PathFile과 수기구를 이용한 비교 연구에서 PathFile이 근관의 이형성을 최소로 유발하며, 초보자인 경우에도 숙련자 만큼의 좋은 결과를 갖는다고 보고 되었다^{13, 22, 23)}.

본 실험에서는 단순 삭제량의 비교와 함께 실질적인 목적 중의 한가지인 glide path의 형성에 따른 삭제용 파일의 성형과정 중 발생하는 토크(응력)를 평가하여 실질적인 형성 효과를 비교하고자 하였다. 객관적인 비교 조건을 제공하기 위하여 인공치아를 사용하였음에도, Dentalike 근관 크기의 불일치로 인하여 torque의 형성이 glide path의 형성 여부나 파일 간의 차이보다는 근관 크기의 차이에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. Glide path가 형성된

경우 근관 성형 파일을 사용하면 성형 파일을 사용하는 동안 유의하게 낮은 응력이 발생할 것으로 추정하였으나, 근관의 크기 차이로 그 결과가 통계학적으로 입증되지 않은 것으로 추정된다.

3차원 microCT 촬영 결과(그림 2), 근첨부에서 2 mm 높이에서의 근관 폭이 근원심으로 269 micrometer에서 430 micrometer, 협설측으로 396 micrometer에서 550 micrometer까지 다양하게 관찰되었고, 이런 차이가 토크의 발생에 결정적으로 영향을 미친 것으로 판단된다. 따라서 표본의 표준화를 위하여 기존의 Dentalike 인공치를 능가하는 다른 대체 인공치아의 개발이나 대체 재료의 필요성이 대두되었다.

임상적으로 이런 glide path 형성용 니켈티타늄 파일의 효율적인 사용을 위해 Ha 등은 형성 과정에서 근관장에 도달하는 pecking 횟수를 제안하기도 하였다²⁴⁾. 열 번 정도의 충분한 반복 pecking은 근단공 부위의 변이를 유발하지 않으면서도 1 mm 상방의 근



관을 유의하게 다음 사용하는 성형기구의 진입을 위한 공간을 확보할 수 있는 것으로 제시하였다²⁴⁾.

본 연구와 기존의 연구를 바탕으로 볼 때, glide path 형성 기구는 효율적이면서 안전한 근관 성형 단

계의 시작으로 사용할 수 있음을 확인하였으며, 그 근거의 축적을 위한 다양한 연구 방법 및 재료의 도입이 필요하다.

참 고 문 헌

- Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endod* 2004;30:432-435.
- Cheung GS, Liu CS. A retrospective study of endodontic treatment outcome between nickel-titanium rotary and stainless steel hand filing techniques. *J Endod* 2009;35:938-943.
- Setzer FC, Kwon TK, Karabucak B. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. *J Endod* 2010;36:1226-1229.
- Sonntag D, Guntermann A, Kim SK, Stachniss V. Root canal shaping with manual stainless steel files and rotary Ni-Ti files performed by students. *Int Endod J* 2003;36:246-255.
- Pak JG, White SN. Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *J Endod* 2011;37:429-438.
- Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod* 1998;24:180-183.
- Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26:161-165.
- Cheung GS. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endod Topics* 2009;16:1-26.
- Arbab-Chirani R, Chevalier V, Arbab-Chirani S, Calloch S. Comparative analysis of torsional and bending behavior through finite-element models of 5 Ni-Ti endodontic instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:115-121.
- Tsujimoto M, Irifune Y, Tsujimoto Y, Yamada S, Watanabe I, Hayashi Y. Comparison of conventional and new-generation nickel-titanium files in regard to their physical properties. *J Endod* 2014;40:1824-1829.
- Baek SH, Lee CJ, Versluis A, Kim BM, Lee W, Kim HC. Comparison of torsional stiffness of nickel-titanium rotary files with different geometric characteristics. *J Endod* 2011;37:1283-1286.
- Ha JH, Park SS. Influence of glide path on the screw-in effect and torque of nickel-titanium rotary files in simulated resin root canals. *Restor Dent Endod* 2012;37:215-219.

참고 문헌

13. Patino PV, Biedma BM, Liebana CR, Cantatore G, Bahillo JG. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod* 2005;31:114-116.
14. Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, Chiandussi G, Pera F, Migliaretti G, Pasqualini D. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod* 2009;35:408-412.
15. Kwak SW, Ha JH, Lee CJ, El Abed R, Abu-Tahun IH, Kim HC. Effects of Pitch Length and Heat Treatment on the Mechanical Properties of the Glide Path Preparation Instruments. *J Endod* 2016;42:788-792.
16. Ha JH, Kim SK, Kwak SW, El Aded R, Bae YC, Kim HC. Debris extrusion by glide-path establishing endodontic instruments with different geometries. *J Dent Sci* 2016;11:136-140.
17. Topcuoglu HS, Düzgün S, Akpek F, Topcuoğlu G, Aktürk A. Influence of a glide path on apical extrusion of debris during canal preparation using single-file systems in curved canals. *Int Endod J* 2016;49:599-603.
18. Borges AH, Pereira TM, Porto AN, de Araujo Estrela CR, Miranda Pedro FL, Aranha AM, Guedes OA. The Influence of Cervical Preflaring on the Amount of Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation Using Different Instrumentation Systems. *J Endod* 2016;42:465-469.
19. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J* 2014;47:211-221.
20. Berutti E, Alovise M, Pastorelli MA, Chiandussi G, Scotti N, Pasqualini D. Energy consumption of ProTaper Next X1 after glide path with PathFiles and ProGlider. *J Endod* 2014;40:2015-2018.
21. Paleker F, van der Vyver PJ. Glide Path Enlargement of Mandibular Molar Canals by Using K-files, the ProGlider File, and G-Files: A Comparative Study of the Preparation Times. *J Endod* 2017;43:609-612.
22. D'Amario M, Baldi M, Petricca R, De Angelis F, El Abed R, D'Arcangelo C. Evaluation of a new nickel-titanium system to create the glide path in root canal preparation of curved canals. *J Endod* 2013;39:1581-1584.
23. Elnaghy AM, Elsaka SE. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod* 2014;40:2053-2056.
24. Ha JH, Jeon HJ, Abed RE, Chang SW, Kim SK, Kim HC. Effect of repetitive pecking at working length for glide path preparation using G-file. *Restor Dent Endod*. 2015;40:123-127.