Journal of Radiation Industry 11(4) : 203~208(2017)

고형형태의 초음파 전달매질 개발과 유용성 평가

김상현[1] · 주수영[1] · 김성관[1] · 김호성[1] · 마상철[1,*]

[1]신한대학교 방사선학과

Development and Usability Evaluation of Solid Type Ultrasound Transmission Medium

Sang-Hyun Kim[1], Su-Young Ju[1], Seong-Kwan Kim[1], Ho-Sung Kim[1] and Sang-Chull Ma[1,*]

[1]*Department of Radiological Science, Shinhan University, 95, Hoam-ro, Uijeongbu-si, Gyeonggi-do 11644, Republic of Korea*

Abstract - The transmission medium of solid balm was manufactured by mixing ultrasonic gel, and its usefulness was evaluated and compared with that of gel, which is the conventional ultrasonic water-soluble transmission medium. The mixing ratio of ultrasonic gel and candelilla wax was divided by six and then solidified to measure the ideal hardness. A multipurpose ultrasound phantom was used to induce solidification 30 times in each case of ultrasonic gel, balm, and no transmission medium. Each average gray level was measured using the acquired images with the ImageJ program. Moreover, a 5-point Likert scale survey was conducted regarding the degrees of convenience and discomfort caused by ultrasound gel and ultrasound balm. The result showed that the ideal mixture ratio of ultrasonic gel and candelilla wax was 10 : 1. The mean satisfaction with ultrasound balm was statistically significant and slightly higher (3.66) than that with ultrasound gel (2.50). The results of the convenience evaluation were 2.62 and 3.66 for ultrasound balm and ultrasound gel, respectively, which showed that the convenience of ultrasound balm was slightly higher and statistically significant. In terms of the replaceability of ultrasonic balm, the mean value was 3.90, implying that it is worth consideration and is statistically significant. As a new solid ultrasonic transmission medium, the solid balm is considered to be a new effective formula that can substitute the disadvantaged conventional water-soluble gel.

Key words : Ultrasound gel, Ultrasound balm, Candelilla wax, Transmission medium

서 론

초음파 전달매질은 초음파의 손실 없는 투과력을 위한 1차적인 목적 이외에 피부 위에서 탐촉자의 부드러운 이동을 위한 부가적인 목적이 있다(Shin *et al*. 2013). 초음파 전달매질의 종류로는 물, 기름 및 액체파라핀, 하이드로코디손 크림, 라놀린베이스 크림 등이 있다(Kim *et al*. 2013). 접촉매질은 단일 매질이어야 하며 물과 유사한 흡수계수를 가져 초음파의 반사가 없어야 한다. 과거에 유성 초음파 젤을 이용하기도 하였으나 물성분이 높은 수용성 젤 형태의 초음파 전달매질의 사용이 일반화 되어있다(Lee 2015). 그러나 현재 사용하는 초음파 전달매질은 수용성 젤 형태로 인체 도포 시 불쾌한 촉감과 제거의 불편함에 따른 환자 만족도 저

* Corresponding author: Sang-Cheol Ma, Tel. +82-31-870-3415, Fax. +82-31-870-3415, E-mail. msc0108@hanmail.net

하와 검사 도중 추가 도포로 인한 문제점, 종이 타올의 사용으로 인한 비용 및 환경적인 문제점 등이 대두되고 있다. 그러나 국내 초음파 전달매질의 선행 연구를 살펴보면 의료기관의 환자 입장에서 연구된 논문들이 미미한 실정이다. 초음파 젤 구성성분 변화에 따른 제작과 유용성평가 연구(Kim *et al*. 2013), 초음파진단 시 전파매질의 중요성 연구(Lee 2015) 정도가 전문적 연구로 사료되며, 물리치료에서 안티프라민 등 약리효과가 있는 초음파 매질들에 대한 연구(Kang *et al*. 2002), 저주파수 초음파를 이용한 Lidocaine 젤의 피부투과 촉진 효과연구(Jeong *et al*. 2008) 등이 있다. 이에 본 연구에서는 피부 보습 효과가 있으며, 액상을 고형화 시켜주는 식물 추출 성분의 칸데릴라 왁스(candelilla wax)를 이용하였다. 칸데릴라 왁스는 Euphorbia cerifera Alcocer, Euphorbia antisyphilitica Zuccarini 및 Pedilanthus Boissier 등의 줄기에서 얻은 왁스를 정제해서 만들어진다. FDA에서 공인 된(21CFR, 175.105, 175.320, 176.180) 전 세계적으로 알려진 식품첨가물로, 주로 츄잉검(chewing gum)의 바인더(binder)와 광택료로써 이용되며, 립밤(lip balms)과 로션바(lotion bars)의 제조, 카나우바 왁스(carnauba wax)와 밀랍(beeswax)을 대신하여 여러 식품산업에 이용된다(Cho *et al*. 2015). 이에 안정성이 검증된 칸데릴라 왁스와 초음파 젤의 혼합으로 고형 형태인 밤(balm)의 전달매질을 제작하고, 기존 초음파 수용성 전달매질과 비교하여 유용성을 평가하고자 하였다. 또한 새로운 초음파 전달매질의 기초 자료로 활용하고 환자만족도 향상과 비용 및 환경요인 등의 문제점을 해결하는데 연구 목적이 있다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구에 사용한 초음파 젤(Sungheun Corporation, Korea)과 고형화 한 칸데릴라 왁스(Gooworl OEM, Germany)를 사용하였다. 팬텀은 초음파정도관리용 다목적 팬텀 Model. 1400 HTS(Samsung Polymer, Korea)을 사용하였으며, 진단용 초음파장비 GE LOGIQ P5, 3.5 MHz Convex 탐촉자를 이용하였다. 칸데릴라 왁스의 정확한 양의 측정과 용해를 위해 전자저울 CB-1200(AND Company, Korea) 중탕 용기를 사용하였으며, 밤(Balm) 완제품의 경도를 측정하기 위하여 GS-720N(TECLOCK, Japan) 고무경도계를 사용하였다.

2. 실험방법

먼저 가열 중탕 도구를 이용하여 80°C에서 초음파 젤과 칸데릴라 왁스를 혼합 가열한 후 상온에서 서서히 냉각하여 초음파 젤을 고형화 하였다(Fig. 1). 초음파젤과 칸데릴라 왁스의 혼합 비율을 3 : 1, 5 : 1, 7 : 1, 10 : 1, 12 : 1, 15 : 1 총 6개로 나누어 고형화 하였다. 이후 고무 경도계를 이용하여 각 비율의 완제품을 3회 반복 경도측정 하였다.

Fig. 1. Mixed heating of ultrasonic gel and candelilla wax.

Fig. 2. Ultrasonic image acquisition process.

3. 영상평가

영상 획득은 초음파진단장치의 게인, 시간게인보상, 동적영역(dynamic range), 초점 등의 파라미터를 고정하고 다목적 초음파 팬텀에 전달매질을 사용하지 않은 경우, 초음파 젤을 사용한 경우, 칸데릴라 밤을 사용한 경우에서 각각 주사하였다. 주사는 3.5 MHz convex probe로 각각의 경우에서 30번씩 주사하였다(Fig. 2). 획득한 영상은 NIH(National Institutes of Health)사에서 개발한 image J 프로그램을 이용하여 각각 최고, 최저, 평균 회색도를 측정하였으며 Fig. 4와 같다.

4. 설문조사

성인 50명(평균: 35.3, 남: 28, 여: 22)을 대상으로 초음파 젤과 초음파 밤의 사용 시 각각의 편리성과 불쾌감 정도, 초음파 밤의 대체가능성에 관하여 5점 리커트 척도로 설문조사를 하였다.

5. 통계분석

모든 통계적 수치의 분석은 SPSS Win Program (Ver. 18.0. SPSS Inc., chicago, IL. USA)을 사용하여 실험결과를 분석하였다. 분석기법은 정규분포를 따르는지를 알아보기 위하여 모든 변수에 대해 Kolmogorov-Smirnov 검정을 실시하였다. 그 결과 정규분포를 이루어 대응 T-test를 실시하였다. 개발한 초음파 밤이 기존 초음파 젤을 대체 가능성에 대해 성별, 나이에 따른 차이가 있는지를 알아보기 위하여 카이제곱검정을 실시하였다.

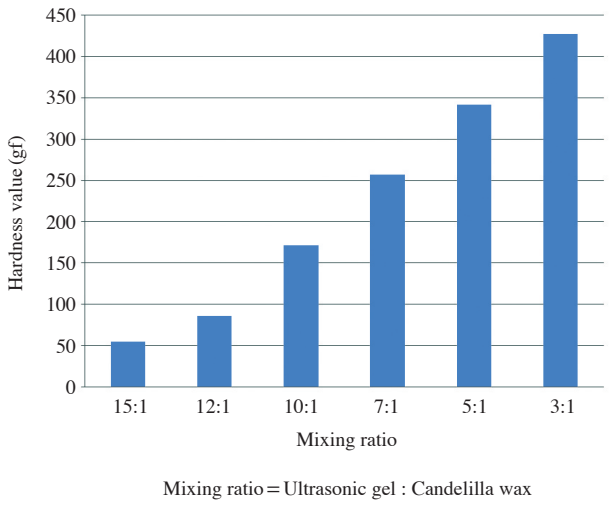

Fig. 3. Hardness measurement result by mixing ratio.

결 과

1. 초음파 밤(balm)의 경도 측정

초음파 젤의 함유량이 높은 비율일수록 경도가 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 3 : 1의 혼합비에서는 427.5 gf, 15 : 1에서는 55 gf의 경도로 측정되었다. 초음파 젤 100 g과 칸데릴라 왁스 10 g의 혼합인 10 : 1 비율에서 가장 이상적인 형태를 보였으며, 이때 강도는 171 gf (1.67N) 이었다 (Fig. 3).

2. 영상획득 및 분석

초음파 젤과 초음파 밤 모두 전달매질을 사용하지 않았을 때 보다 회색도는 20 이상으로 개선되었으며 (Fig. 4), 초음파 젤과 초음파 밤의 평균치는 71.06과 70.71로 유사한 결과를 보였다 (Table 1). 한편 평균값 비교를 위해 대응 T-test를 시행한 결과 전달매질을 사용하지 않은 경우에 비해 초음파 젤과 초음파 밤을 사용한 경우의 유의확률은 0.05 이하로 통계적으로 유의하였으며, 초음파 밤과 초음파 젤의

Table 1. The mean value of gray scale of each transmission media

Transmission media	Average	SD
Not used	50.91	11.96
Gel	71.06	16.99
Balm	70.71	16.98

Table 2. Gray scale statistics for corresponding transmission media

Variables	t	*p*-value[a]
Not used-Balm	−16.247	0.000
Not used-Gel	−16.658	0.000
Balm-Gel	−1.972	0.058

[a]Statistically significant < 0.05, by Paired T-test analysis of variances among groups.

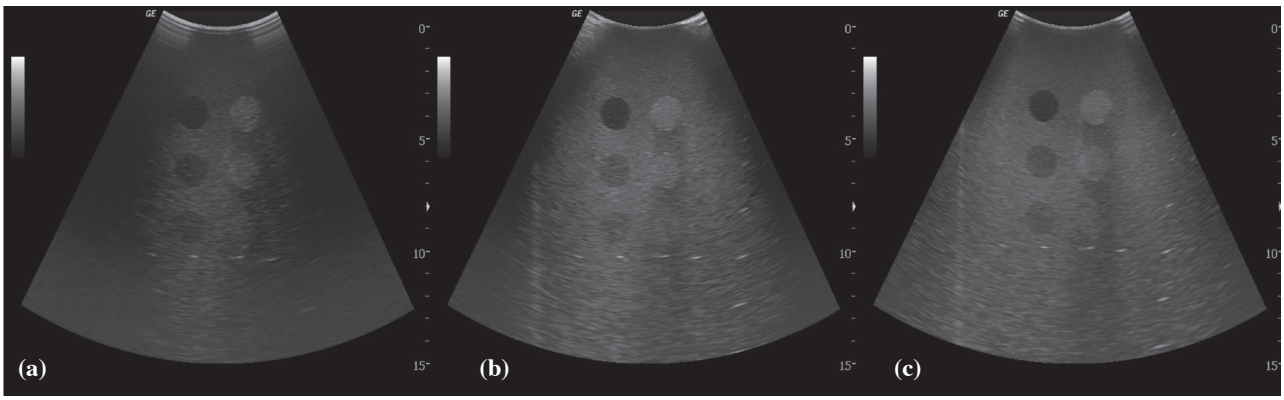

Fig. 4. Acquired ultrasonic images (a: not used image, b: gel used image, c: balm used image).

Table 3. Satisfaction comparison statistics between transmission media

Transmission media	Average	SD	t	*p*-value[a]
Gel	2.50	1.22	−4.724	0.000
Balm	3.66	1.24		

[a]Statistically significant < 0.05, by Paired T-test analysis of variances among groups.

Table 4. Convenience comparison statistics between transmission media

Transmission media	Average	SD	t	*p*-value[a]
Gel	2.62	1.35	−3.869	0.000
Balm	3.66	1.33		

[a]Statistically significant < 0.05, by Paired T-test analysis of variances among groups.

Table 5. Replaceability of ultrasonic balm

Variables	Average	SD	t	*p*-value[a]
Replaceability	3.90	1.11100	24.81800	0.0001

[a]Statistically significant < 0.05, by T-test analysis of variances mong groups.

Table 6. Replaceability by gender and age

Variables	χ^2	*p*-value
Gender	5.6910	0.22300
Age	12.1150	0.14600

유의확률은 0.058로 통계적으로 유의하지 않았다(Table 2).

3. 설문조사

초음파 젤의 만족도 평균값은 2.50, 초음파 밤의 만족도 평균값은 3.66으로 나타나 초음파 밤의 만족도가 약간 높았으며, p-value 값은 0.05 이하이므로 두 항목 간의 평균은 통계적으로 유의함을 보였다(Table 3).

초음파 젤과 초음파 밤의 편리성 평가 결과는 초음파 젤의 평균값은 2.62, 초음파 밤의 평균값은 3.66으로 초음파 밤의 편리성이 약간 높은 것으로 나타났으며, p-value 값은 0.05 이하로 두 항목 간의 평균은 통계적으로 유의하였다(Table 4).

초음파 밤의 대체가능성 결과는 평균값 3.90, 표준편차 1.11로 나타나 효용가치가 있는 것으로 나타났으며, 검정력 3과 비교한 p-value 값은 0.0001로 0.05 이하이므로 통계적으로 유의하였다(Table 5).

성별과 연령에 따른 초음파 밤의 대체가능성 항목에 대한 교차분석 결과에서 p-value는 0.05 이상으로 나타나 성별, 연령대에 따른 응답의 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 6).

고 찰

본 연구의 논문은 안정성이 검증된 칸데릴라 왁스와 초음파 젤의 혼합으로 고형 형태인 밤(balm)의 전달매질을 제작하고, 기존 초음파 수용성 전달매질과 비교하여 유용성 평가하고자 하였다. 고형화된 밤(balm) 형태의 초음파 전달매질을 만들기 위해서는 경도 측정은 필수적이라 할 수 있다. 10 : 1의 혼합비를 제외하고 3 : 1에서 7 : 1까지는 초음파 밤의 과도한 경화로 인해 비산하는 특성을 보였으며 혼합비가 12 : 1, 15 : 1에서는 유동성이 커서 고형화에 한계를 나타냈다. 현재 대부분의 초음파 전달 매체는 수용성 젤을 사용하고 있으나, 검사 시 느끼는 불편함을 감소하기 위해 신체와 비슷한 온도(25~40°C)로 온장고가 사용되고, 피검자의 피부발진, 미세 피부상처를 통한 감염 등의 문제가 발생하고 있다(Lee *et al*. 2017). 밤(balm) 형태의 고형제품은 온도에 민감하지 않고 상온에서 사용할 수 있고, 반고체 상태의 고형제는 일반적으로 다량의 액체를 함유하고 있는데도 어떤 형태를 유지할 수 있는 특징을 가지므로 기존 수용성 젤에 비해 유용할 수 있다(Kopecek 2007).

초음파 젤과 초음파 밤의 평균치는 71.06과 70.71로 회색도의 유사한 결과를 보였으며, 초음파 젤과 초음파 밤 모두 접촉매질을 사용하지 않았을 때보다 회색도는 20 이상으로 개선되었다. 이는 밤(balm)이 초음파 전파매질 주요 사용 이유에 합당하며, 초음파가 공기를 투과하기 어려워 만약 환자의 피부와 탐촉자 사이에 공기가 존재한다면 초음파가 반사되거나 투과가 감소되어 초음파가 내부로 전달되기 어려우므로 영상을 만들 수 없다(Kim *et al*. 2013). 초음파 전달매질 사용하지 않은 경우에 비해 초음파 젤, 밤을 사용한 경우의 유의확률은 0.05 이하로 통계적으로 유의하였으며, 초음파 밤과 초음파 젤의 유의확률은 0.058로 통계적으로 유의하지 않은 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 초음파 밤은 젤과 유사한 투과도를 보여 회색도의 영향에 차이가 없으며, 초음파 밤이 전달매질로서의 가능성을 의미한다. 초음파 젤의 만족도 평균값은 2.50, 초음파 밤의 만족도 평균값은 3.66으로 나타나 초음파 밤의 만족도가 높았으며 이는 젤 형태의 초음파 매질의 불편함인 검사자의 손에 접촉이 되는 점과 통에 압력을 가해서 사용해야 되는 점이 개선된 것이 요인으로 작용하였다. 초음파 젤과 초음파 밤의 편리성 평가 결과는 초음파 젤의 평균값은 2.62, 초음파 밤의 평균값은 3.66으로 초음파 밤의 편리성이 약간 높은 것으로 나타났다. 이는 초음파 전달매질의 고형화 형태의 제형 변화를 통해 기존 수용성 젤보다 만족도와 편리성의 결과치가 높게 나온 것으로 사료된다. 한약제형 연구에서도 살펴보면 한약 복용경험자군은 일반 탕약과 효과 있고, 안전성이 검증된 한약으로 캅셀제, 정제, 분말형태, 액상제 형태 등 새로운 한약 제형에 대해 상당한 호감을 느끼는 것으

로 답하였다(Choi *et al*. 2004; Kim *et al*. 2009). 현재는 거의 대부분을 차지하는 수용성 젤에 대한 불편함과 접촉의 불쾌감을 줄일 수 있는 고형화된 제품의 장점이라고 할 수 있다. 성별, 연령대에 따른 응답의 차이는 없이 평균값 3.90으로 효용 가치가 있는 것으로 나타났으며, 유의확률 0.05 이하이므로 통계적으로 유의하였다. 이는 고형화 제품의 초음파 전달매질로써의 제품에 대한 상용화에 대한 가능성을 긍정적으로 평가한 것으로 사료되며, 초음파는 병원 내에서 진단에 적극적 참여하는 장비로, 입원실, 수술실, 중환자실, 외래 등에서 환자 접촉이 가장 많은 장비 중 하나이며, 효과적으로 감염관리를 수행한다면 병원감염발생을 최소화할 수 있다(Bae *et al*. 2008). 특히 피부면의 전달매질을 사용하는 초음파의 경우 세균증식 등에 의해 2차적으로 감염을 유발할 수 있다(Lee *et al*. 2004 ; Kim *et al*. 2015).

본 연구의 제한점은 마찰계수, 증발속도, 피부 수분함량 측정을 하지 못했다. 물체가 다른 물체의 표면에 접하여 움직이려고 할 때나 움직이고 있을 때 그 운동을 저지하려는 힘을 마찰력이라 하며 마찰계수의 크기로 나타낼 수 있다. 실제 초음파검사에서 탐촉자를 움직이며 검사하므로 마찰계수와 두 고체가 접촉하면서 미끄러질 때 마찰을 줄여주는 윤활이 중요하다. 또한 수분이 높아지면 피부 보습효과는 높아지나 쉽게 증발할 수 있는 단점을 가지고 있다. 피부에 바르게 되는 초음파 전달 매질은 피부 수분함량이 중요하고, 피부 수분량은 피부 건조를 평가하는 지표가 될 수 있다(Kim 2013). 고형화된 밤(balm) 형태 초음파 전달매질로서 더 정확한 논거를 마련하기 위하여 이에 추가적인 연구가 필요하다. 또한 고형화로 인하여 굴곡진 곳이나 완만한 곳에 대한 분해능과 감도에 대한 평가가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

고형형태의 초음파 전달매질 개발과 유용성 평가에 관한 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 초음파 젤과 칸데릴라 왁스 혼합비는 10 : 1이 적합했다.

둘째, 초음파 영상획득은 기존에 수용성 초음파 전달매질과 차이가 없고 통계적으로 유의하지 않았다.

셋째, 설문조사 결과 만족도, 편리성이 고형형태의 새로운 초음파 매질이 더 높았다. 대체 가능성은 통계적으로 유의하였고, 평가가 긍정적이었다.

이와 같은 결과는 새로운 고형형태의 초음파 전달매질로서 기존 수용성 젤의 단점 개선이 가능하고, 간편하게 소지할 수 있으며, 온장 보관이 필요가 없으므로 검사 전, 후 준비과정을 간소화 할 수 있고, 종이 타올의 사용을 감소시킬 수 있어 비용 절감 및 환경 개선에 기여할 수 있을 것으로 예상된다. 마지막으로 젤 형태의 초음파 전달매질로 인한 인체 도포 시 불쾌한 촉감과 제거의 불편함에 따른 문제점이 일정 부분 해소됨으로 인하여 환자 만족도 증진에도 도움을 줄 수 있었다. 따라서 초음파 전달매질로서 고형형태의 밤(balm)은 효과적인 새로운 제형이라고 사료된다.

참 고 문 헌

Bae SH, Lee MS, Lim CS and Kim GJ. 2008. A Study on the Measurement of the Pollution Level of Bacteria and Disinfection of Table and IP Cassette. *Journal of Radiation Protection* **31**(3):229-237.

Cho WK and Cha YK. 2015. Synergistic Effects of UV Absorbance of Nanoemulsions Formed with Organic UV filters and Wax. *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea* **41**(1):57-62.

Choi HJ, Bang NY, Song BW, Kim NJ and Ryu BH. 2004. Survey on the Preference for the Dosage Forms of Oriental Herbal Medicine. *Kyung Hee Medical Articles* **20**(1): 46-57.

Jeong DI, Lee JW, An HC, Yang JH, Kim TY, Cho SW and Kim YI. 2008. Enhanced Transdermal Permeation Effects of Lidocaine Gel by Low Frequency Ultrasound. *Korean Chem. Eng. Res.* **46**(2):217-221.

Kang KY and Kim YB. 2002. The Study was to Analyse the Effect of Various Ultrasound Transmission Media. *J Korean Academy of Physical Therapist* **9**(4):185-192.

Kim HO. 2013. The Satisfaction and Effect of Oils Derived From Natural Plants on Skin Moisture of Female Group with Old and Poor Healthy Conditions. *Kor. J. Aesthet. Cosmetol* **11**(5):975-981.

Kim HS, Dong KR, Choi SH and Seong KJ. 2013. Evaluation in Production and Usability according to Change of Ultrasound Gel Composition. *J of Advanced Engineering and Technology* **6**(3):209-212.

Kim JH, Kang SS and Kim CS. 2015. Analysis of Hospital Infection Control Awareness of Ultrasound Room Office. *Journal of Radiological Science and Technology* **38**(2): 135-143.

Kim YH, Kim SH, Jang HJ, Park JK, Jeong MK and Park YS. 2009. Survey on the Preference Formula for the Improvement of Oriental Herbal Medicine Insurance. *Kor. J. Herbology* **24**(4):17-23.

Kopecek J. 2007. Hydrogels as smart biomaterials. *Polymer International* **56**(9): 1078-1098.

Lee CB, Lee YS, Lee WH, Cho CC, Yoon HY, Lee YM, Kim YK and Lee KS. 2004. Investigation into the Actual State of Sanitary Management and Recognition Degree and Infection Level of Ultrasonographic Probes. *Journal of Radi-*

ation Protection **27**(3):51-58.

Lee HN. 2015. Research on the Effectiveness of Diagnostic Ultrasound Transmission Media. *The Korea Contents Association* **15**(1):324-330.

Lee SA, Seo EH and Min KH. 2017. Change of Proliferation of Germ according to Preservation Temperature of Ultrasound Gel. *The Korean Society of Medical Sonographers* **2**(1):95-96.

Shin SJ and Jeong BJ. 2013. Principle and Comprehension of Ultrasound Imaging. *J. Koren Orthop. Assoc.* **48**(5):325.

Received: 21 July 2017
Revised: 13 September 2017
Revision accepted: 16 November 2017