

## CARE OF PATIENT LYING WITH VARIED SUPINE ANGLES: A QUANTITATIVE PRESSURE EVALUATION

### ÎNGRIJIREA PACIENȚILOR ÎN POZIȚIA DE DECUBIT DORSAL CU VARIAȚIA UNGHIULUI DE ÎNCLINAȚIE: EVALUAREA CANTITATIVĂ A PRESIUNII

Jin ZHOU<sup>1,2</sup>, Jianxin WU<sup>2</sup>, Yaoxia LIU<sup>3</sup>, Bo XU<sup>1</sup>, Wuyong CHEN<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>National Engineering Laboratory for Clean Technology of Leather Manufacture, Sichuan University, Chengdu 610065, P. R. China

<sup>2</sup>Science Lab, Zhejiang Red Dragonfly Footwear co., LTD, Wenzhou 325105, P. R. China

<sup>3</sup>Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610000, P. R. China

<sup>4</sup>Key Laboratory for Leather Chemistry and Engineering of the Education Ministry, Sichuan University, Chengdu 610065, P. R. China

#### CARE OF PATIENT LYING WITH VARIED SUPINE ANGLES: A QUANTITATIVE PRESSURE EVALUATION

**ABSTRACT.** The aim of this study was to clarify the pressure distribution of patient lying with varied supine angle on the standard hospital mattress (SHM) and sheep skin mattress (SSM), and then to compare the pressure relieving of those two kinds of mattresses which have been widely used in the pressure prevention. Eighteen healthy students were recruited from the university. Pressure distribution of SHM and SSM were measured by mFLEX measurement system in the supine angle of 0°, 30°, 60° and 90°. Pressure areas were divided into four parts: total, back, sacrum and heel area, under which peak pressure (PP) (mmHg), mean pressure (MP) (mmHg) and contact area (CA) (cm<sup>2</sup>) were calculated. One-way ANOVA shows that with the supine angle change from the level to the vertical status, PP and CA at sacrum area was increasing as well, but PP at sacrum was still high in the 90° supine angle; further Paired T test records that majority PP values were proved to be significantly reduced by the usage of SSM in each supine angle, in contrast with the control group of standard hospital mattress and pressure reduction of MP was limited. Although positive outcomes were observed in each supine angle when the SSM was applied, further improvement of SSM in the aspect of shape was still required, such as a 3D structure was introduced to lower the higher pressure at the sacrum area.

**KEY WORDS:** bed sores; pressure ulcer; mattresses; nursing assessment; nursing care

#### ÎNGRIJIREA PACIENȚILOR ÎN POZIȚIA DE DECUBIT DORSAL CU VARIAȚIA UNGHIULUI DE ÎNCLINAȚIE: EVALUAREA CANTITATIVĂ A PRESIUNII

**REZUMAT.** Scopul acestui studiu a fost acela de a clarifica distribuția presiunii la pacienții aflați în poziția decubit dorsal cu variația unghiului de înclinație pe o saltea de spital obișnuită (SHM) și pe o saltea din blană de oaie (SSM), și apoi de a compara reducerea presiunii cu ajutorul celor două tipuri de saltele care au fost utilizate pe larg la reducerea presiunii. S-au recrutat optsprezece studenți sănătoși de la universitate. S-a măsurat distribuția presiunii utilizând SHM și SSM cu sistemul de măsurare mFLEX la unghiurile de înclinație de 0°, 30°, 60° și 90°. Zonele de presiune au fost împărțite în patru părți: zona totală, zona dorsală, zona sacrală și zona călcâiului, pentru care s-au calculat presiunea maximă (PP) (mmHg), presiunea medie (MP) (mmHg) și zona de contact (CA) (cm<sup>2</sup>). Analiza One-way ANOVA arată că, odată cu schimbarea unghiului de înclinație din poziție orizontală în poziție verticală, PP și CA în zona sacrală au crescut, de asemenea, dar PP în zona sacrală a fost ridicată la un unghi de înclinație de 90°. În plus, testul t împerecheat a arătat că majoritatea valorilor PP s-au dovedit a fi semnificativ reduse prin utilizarea SSM la fiecare unghi de înclinație, spre deosebire de grupa martor care a utilizat salteaua de spital obișnuită, iar reducerea presiunii medii a fost limitată. Deși s-au observat rezultate pozitive la fiecare unghi de înclinație atunci când s-a utilizat SSM, sunt necesare în continuare îmbunătățiri în privința formei SSM, cum ar fi introducerea unei structuri 3D pentru a reduce presiunea ridicată din zona sacrală.

**CUVINTE CHEIE:** escare; ulcer de presiune; saltele; evaluarea îngrijirii medicale; îngrijire medicală

#### SOINS DES PATIENTS EN DÉCUBITUS DORSAL EN VARIANT LES ANGLES D'INCLINAISON: L'ÉVALUATION QUANTITATIVE DE LA PRESSION

**RÉSUMÉ.** Le but de cette étude a été de clarifier la répartition de pression chez les patients en décubitus dorsal avec la variation de l'angle d'inclinaison sur un matelas d'hôpital standard (SHM) et un matelas de peau de mouton (SSM), puis de comparer le soulagement de la pression en utilisant ces deux type de matelas qui ont été largement utilisés dans le soulagement de la pression. Dix-huit étudiants en bonne santé ont été recrutés de l'université. On a mesuré la distribution de la pression avec SHM et SSM par le système de mesure de mFLEX avec l'angle d'inclinaison de 0°, 30°, 60° et 90°. Les zones de pression ont été divisées en quatre parties: la zone totale, la zone dorsale, la zone du sacrum et la zone du talon, pour lesquelles on a calculé la pression maximale (PP) (mmHg), la pression moyenne (MP) (mmHg) et la zone de contact (CA) (cm<sup>2</sup>). L'analyse de variance montre que le changement de l'angle d'inclinaison de la position couchée à la position verticale, PP et CA dans la zone du sacrum ont augmenté, mais PP dans la zone du sacrum était encore haute à l'angle de 90° en position couchée. En outre, le test T a révélé que la majorité des valeurs de PP ont été significativement réduites par l'utilisation de SSM dans chaque angle en position couchée, en contraste avec le groupe de matelas d'hôpital standard et la réduction de la pression de moyenne était limitée. Bien que des résultats positifs ont été observés dans chaque angle d'inclinaison lorsqu'on a appliqué le SSM, une amélioration de SSM dans l'aspect de la forme est toujours nécessaire, par exemple une structure en 3D a été introduite pour abaisser la haute pression à la zone du sacrum.

**MOTS CLÉS:** escarres; ulcère de pression; matelas; évaluation des soins infirmiers; soins infirmiers

\* Correspondence to: Wuyong CHEN, National Engineering Laboratory for Clean Technology of Leather Manufacture, Sichuan University Chengdu 610065, P. R. China, Phone number: 008613330945940. Fax: 86-28-85405237, email: wuyong.chen@163.com

## INTRODUCTION

Occurrence of pressure ulcer is always accompanied by a high pressure [1] and hampered vascular circulation [2, 3]. According to the human structure, in the posture of supine lying, the protrusions of bone, such as scapula at back, sacrum of buttock and foot calcaneus, construct a plane to support the whole body weight [4], at which relatively higher contact pressures are usually observed. Particularly, the majority of the body mass is concentrated at the middle of the body in supine posture and the highest incidence of ulceration was found at the sacrum area [5, 6]. Thereby the long-term hospitalized patients who suffered from immobility or disability were the high-risk groups [7] and advance interventions in the nursing stage appear to be crucial.

Scientific way to avoid the occurrence of ulcer is to lower the pressure and promote the circulation of vascular system. Currently, both the way of turnover and application of constant low pressure (CLP) system could achieve well ulcer prevention. In terms of CLP system, they were mainly classified into two groups [8, 9]: one was the Low-tech CLP, for instance the sheepskin mattress; another was alternative pressure air mattress (APAM) which was composed of large air units and it adjusted the contact area by the inflation or deflation of these units [10]. Purposely inflation or deflation of APAM shifted the centre of pressure and avoided the long time loading on the same place; whereas, APAM was expensive and it was proved not to be superior to the low-tech CLP in ulcer prevention [8]. Another easy way to solve the problem of pressure concentration is the approach of turnover. However this method becomes difficult when the patient has a heavy weight or the patient is sleeping at night. Similar with the above method, changing the supine angle could also transfer the centre of pressure and avoid pressure concentration; meanwhile varied supine angle made the patient convenient to have daily activities, such as eating and watching TV. Further, the pressure distribution in the varied supine angle of patient was not clear and the risk of those postures contributing to the occurrence of ulcer was still unknown.

## INTRODUCERE

Apariția ulcerului de presiune este întotdeauna însoțită de o presiune ridicată [1] și de circulație sanguină îngreunată [2, 3]. Conform structurii umane, în poziția de decubit dorsal, proeminențele osoase, cum ar fi omoplatul, osul sacru și calcaneul, constituie o structură de sprijin pentru a susține întreaga greutate corporală [4], la nivelul căreia se observă de obicei presiuni de contact relativ mai mari. Cea mai mare parte a masei corpului se concentrează în mod special la mijlocul corpului în poziția de decubit dorsal, iar cea mai mare incidență de ulcerării se întâlnește în zona sacrală [5, 6]. Astfel, pacienții spitalizați pe termen lung care prezintă imobilitate sau handicap constituie grupele cu risc ridicat [7], iar intervențiile preventive în etapa de îngrijire medicală par a fi cruciale.

Metoda științifică pentru evitarea apariției ulcerărilor este de a reduce presiunea și de a facilita circulația sistemului vascular. În prezent, ulcerările pot fi prevenite prin schimbarea poziției și prin aplicarea sistemelor de presiune joasă constantă (CLP). În ceea ce privește sistemele CLP, acestea au fost clasificate în două grupe principale [8, 9]: una de nivel tehnologic scăzut, de exemplu, salteaua din blană de oaie; și cealaltă reprezentată de o saltea cu presiune alternativă (APAM), compusă din celule mari pentru circulația aerului, cu ajustarea zonei de contact prin inflația sau deflația acestor celule [10]. Inflația sau deflația intenționată a APAM duce la deplasarea centrului de presiune și evită apăsarea unei zone timp îndelungat; însă sistemul APAM este scump și s-a dovedit a fi inferior sistemului CLP de nivel tehnologic scăzut în prevenirea ulcerărilor [8]. Un alt mod simplu de a rezolva problema concentrării presiunii este schimbarea poziției. Totuși, această metodă devine dificilă atunci când pacientul are o greutate mare sau în timpul somnului. Similar metodei de mai sus, schimbarea unghiului de înclinație ar putea transfera, de asemenea, centrul de presiune și ar putea evita concentrarea presiunii; în același timp, unghiul de înclinație variabil îi permite pacientului să desfășoare activități de zi cu zi, precum luarea mesei și privitul la televizor. Totuși, distribuția presiunii cu variația unghiului de înclinație nu este clară, iar riscul contribuției acelor poziții la apariția ulcerărilor este necunoscut.

Therefore, the aim of this study was to clarify the pressure distribution of patient lying with varied supine angle on the medical mattress and sheep skin mattress, and then to compare the pressure relieving of those two kinds of mattresses which have been widely used in the pressure prevention [8, 9].

## MATERIAL AND METHODS

### Study Design

This study was designed as a observational and case control study.

### Setting and Samples

Experiments were carried out between September, 2013 and January, 2014 in the university's biomechanics laboratory. In the view point of safety, healthy subjects were recruited [11]. Eighteen healthy (11 males and 7 females) students aged between 20 and 27 were recruited from Sichuan University. The body weight and height were first measured and then body mass index (BMI) was calculated. Those students with BMI over 24.5 and with a history of back pain were excluded. The aims and methods were explained and participants have given their formal approvals prior to the measurement. All procedure of this study was supervised by ethic committees of Sichuan University and followed the principles of Declaration of Helsinki.

### Measurements and Instruments

Four supine angles were selected in this study: 0°, 30°, 60°, and 90°. Those angles were randomly arranged to each subject whilst pressure measurement and they were set manually by observer.

Two types of mattress were provided: a standard hospital mattress (180 x 90 x 6cm, HuaZhiJie Ltd., Chengdu, China) (SHM) and it was composed of the foam and coir mat with the thickness of 3cm; a sheepskin mattress (SSM) (180 x 90 x 5cm, own-fabricated, Chengdu, China) which was tanned under the guidelines of Australian Medical Sheepskin (Australian Standards: As4480.1) and the mean diameter of hair is 22.5  $\mu$ m, mean length is 26.3 mm

Prin urmare, scopul acestui studiu a fost acela de a clarifica distribuția presiunii la pacienții în poziția de decubit dorsal cu variația unghiului de înclinație, utilizând o saltea medicală și o saltea din blană de oaie, și apoi de a compara reducerea presiunii cu ajutorul celor două tipuri de saltele, care au fost utilizate pe scară largă la reducerea presiunii [8, 9].

## MATERIALE ȘI METODE

### Designul studiului

Acest studiu a fost conceput ca un studiu observațional de tip „caz-control”.

### Cadru și eșantion

Studiul s-a desfășurat în perioada septembrie 2013 - ianuarie 2014, în laboratorul de biomecanică al universității Sichuan. Pentru siguranță, s-au recrutat subiecți sănătoși [11]. Optsprezece studenți sănătoși (11 bărbați și 7 femei) cu vârste cuprinse între 20 și 27 de ani au fost recrutați de la Universitatea Sichuan. S-au măsurat mai întâi greutatea corporală și înălțimea, apoi s-a calculat indicele de masă corporală (IMC). Studenții cu IMC peste 24,5 și care au prezentat dureri de spate în trecut au fost excluși. Participanților li s-au explicat obiectivele și metodele studiului și aceștia și-au dat aprobarea oficială înainte de efectuarea măsurătorilor. Toate procedurile din cadrul acestui studiu au fost supravegheate de comisiile de etică ale Universității Sichuan și au urmat principiile Declarației de la Helsinki.

### Măsurători și instrumente

În acest studiu s-au selectat patru unghiuri de înclinație: 0°, 30°, 60° și 90°. Aceste unghiuri au fost atribuite aleatoriu fiecărui subiect în timp ce s-a măsurat presiunea și au fost setate manual de către observator.

S-au utilizat două tipuri de saltele: o saltea de spital obișnuită (180 x 90 x 6 cm, HuaZhiJie Ltd., Chengdu, China) (SHM), alcătuită din burete și fibră din nucleu de cocos, cu grosimea de 3 cm; o saltea din blană de oaie (SSM) (180 x 90 x 5 cm, fabricație proprie, Chengdu, China), care a fost tăbăcită conform standardului australian privind blănurile de oaie de uz medical (Standard australian: As4480.1), cu diametrul mediu al firului de păr de 22,5  $\mu$ m, lungimea medie de

and density is  $3095/\text{cm}^2$ . Two groups were available and provided randomly for measurements: SHM and SSM.

The mFLEX pressure measuring system (mFLEX: 32 x 32, Rsscan international, Belgium) was used to gain the contact pressure between the body and the mattress surface. The size of this system is 2100 mm x 890 mm x 4 mm, the area of pressure sensors is 1920 mm x 762 mm, the number of sensors is 1024, the range of measure is 0-100mmHg (0-13 kPa) and the frequency is 5Hz. Calibration was made before measure. Four-mask model was available (Figure 1): total, back, sacrum and heel area. Pressure variables of the peak pressure (PP) (mmHg), mean pressure (MP) (mmHg) and contact area (CA) ( $\text{cm}^2$ ) were gained for each region by the software of mFLEX (V4.0, Rsscan international, Belgium). Only one experienced observer was assigned to complete all the analysis to eliminate the inter-observer's error.

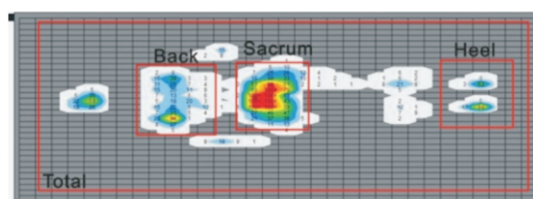


Figure 1. Four masks model of analysis  
Figura 1. Modelul de analiză cu patru zone

### Data Collection and Procedure

Participants were asked to wear their own leisure clothes; further a procedure of three to five minutes warm up was provided and made sure that each subject could adjust their own supine posture to be the natural and comfort one. When the subjects lay in the bed in supine posture without further moving and their plantar pressure became stable, the mFLEX system was switched on randomly by the researcher and then ten seconds data was recorded, within which 50 frames ( $10\text{s} \times 5\text{Hz}$ ) of pressure distribution patterns have been saved. Thereby, the whole measuring process could not be aware by the subject and only one trial for each subject in one day measurement was enough for the data analysis. Only one measure was recorded for each mattress and for each subject. The same procedure was repeated for the supine angle of  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ , and  $90^\circ$  randomly.

26,3 mm și densitatea de  $3095/\text{cm}^2$ . Acestea au constituit două grupe, SHM și SSM, și s-au utilizat aleatoriu pentru măsurători.

Sistemul de măsurare a presiunii mFLEX (mFLEX: 32 x 32, Rsscan International, Belgia) a fost utilizat pentru a obține presiunea de contact dintre corp și suprafața saltelei. Dimensiunea acestui sistem este de 2100 mm x 890 mm x 4 mm, aria de senzori de presiune este de 1920 mm x 762 mm, numărul de senzori este 1024, gama de măsurare este 0-100 mmHg (0-13 kPa) și frecvența de 5Hz. S-a făcut calibrarea înainte de măsurători. S-a utilizat un model cu patru zone (Figura 1): zona totală, zona dorsală, zona sacrală și zona călcâiului. Pentru fiecare regiune s-au obținut variabile precum presiunea maximă (PP) (mmHg), presiunea medie (MP) (mmHg) și zona de contact (CA) ( $\text{cm}^2$ ) cu ajutorul software-ului mFLEX (V4.0, Rsscan International, Belgia). Sarcina de a efectua toate analizele a fost repartizată unui singur observator cu experiență, pentru a elimina eroarea inter-observator.

### Colectarea datelor și procedură

Participanții au fost rugați să poarte haine comode; în plus s-a alocat o perioadă de încălzire de trei până la cinci minute și s-a asigurat că fiecare subiect își poate ajusta postura în așa fel încât să stea într-o poziție naturală și confortabilă. Atunci când presiunea plantară a subiecților întinși pe pat în poziția de decubit dorsal, fără a se mișca, a devenit stabilă, cercetătorul a pornit sistemul mFLEX la întâmplare și s-au înregistrat zece secunde de date, în care s-au salvat 50 de cadre ( $10\text{s} \times 5\text{Hz}$ ) ale modelului de distribuție a presiunii. Astfel, subiectul nu a putut fi conștient de procesul de măsurare în ansamblu și pentru analiza datelor a fost suficient doar un test pentru fiecare subiect într-o singură zi. S-a înregistrat o singură măsurătoare pentru fiecare saltea și pentru fiecare subiect. Aceeași procedură a fost repetată pentru unghiurile de înclinație  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  și  $90^\circ$  aplicate în mod aleatoriu.

## Data Analysis

Fifty frames of pressure distribution from the ten seconds measurement was first averaged individually and then among the group of 0°, 30°, 60°, 90°; then the normal distribution was tested by Q-Q plot. Contact pressure with SHM and SSM in supine angle of 0°, 30°, 60° and 90° were compared by Paired-T test individually and One-way ANOVA with LSD was used for exploring the variation between the supine angles. All statistical analysis was operated in the software of SPSS (V16.0, SPSS Inc, USA) with significant level of 0.05 and confidence interval of 95%.

## RESULTS

Mean age of the students is  $24.2 \pm 1.7$  yrs, mean height is  $167.9 \pm 8.2$  cm, mean body weight is  $58.8 \pm 7.7$  kg and mean BMI is  $20.8 \pm 1.4$ . All obtained data in supine posture followed the normal distribution.

### Compare within Varied Supine Angle of SHM and SSM

With the supine angle changed from 0° to 90°, contact pressure gradually shifts from the waist to the sacrum, in which it caused the significant differences between varied supine angles (Table 1). In terms of SHM, variable of MP of 0° was significantly lower than those of 60° ( $p=0.005$ ) and 90° ( $p=0.000$ ). Further MP at 30° ( $p=0.01$ ) and 60° ( $p=0.005$ ) were also significantly smaller than those of 90°. Similar tendency of MP at buttock and heel areas and no significant change happened on the region of back, as the supine angle increasing.

In terms of SSM, at the sacrum area (Figure 2), PP at 0° was significantly smaller than that of 30° by 5.6 mmHg ( $p=0.0010$ ); whereas, PP and MP was significantly lower than that of 60° by 6.2 and 7.0 mmHg ( $p=0.001$  for PP;  $p=0.021$  for MP), respectively. Similar result was obtained between 0° and 90°, where, PP and MP at 0° were significant smaller than 90° by 6.2 and 10.2 mmHg ( $p=0.001$  for PP;  $p=0.000$  for MP). No significant differences were found at other regions whilst supine angle increasing.

## Analiza datelor

S-a făcut media a cincizeci de cadre de distribuție a presiunii din măsurătoarea de zece secunde, mai întâi individual și apoi pe grupe, în funcție de unghi: 0°, 30°, 60°, 90°; apoi s-a testat distribuția normală prin reprezentarea grafică Q-Q. S-au comparat individual presiunile de contact la utilizarea SHM și SSM la unghiurile de înclinație de 0°, 30°, 60° și 90°, cu ajutorul testului t împerecheat, iar analiza One-way ANOVA cu LSD s-a utilizat pentru a explora variația dintre unghiurile de înclinație. Toate analizele statistice au fost efectuate cu programul SPSS (V16.0, SPSS Inc., SUA) cu nivel de semnificație de 0,05 și intervalul de încredere de 95%.

## REZULTATE

Vârsta medie a studenților a fost de  $24,2 \pm 1,7$  ani, înălțimea medie a fost de  $167,9 \pm 8,2$  cm, greutatea medie a fost  $58,8 \pm 7,7$  kg, iar IMC mediu a fost  $20,8 \pm 1,4$ . Toate datele obținute din poziția de decubit dorsal s-au încadrat în distribuția normală.

### Comparația unghiurilor de înclinație ale SHM și SSM

Odată cu schimbarea unghiului de înclinație de la 0° la 90°, presiunea de contact se deplasează treptat de la talie la osul sacru, dând naștere unor diferențe semnificative între unghiurile de înclinație variate (Tabelul 1). În ceea ce privește SHM, variabila MP la 0° a fost semnificativ mai mică decât MP la 60° ( $p = 0,005$ ) și 90° ( $p = 0,000$ ). În plus, valorile MP la 30° ( $p = 0,01$ ) și 60° ( $p = 0,005$ ) au fost, de asemenea, semnificativ mai mici decât cele ale MP la 90°. S-a observat o tendință similară a MP în zona feselor și în zona călcâiului și nu a avut loc nicio schimbare semnificativă în regiunea dorsală, pe măsură ce unghiul de înclinație a crescut.

În ceea ce privește SSM, în zona sacrală (Figura 2), valoarea PP la 0° a fost semnificativ mai mică decât cea la 30° cu 5,6 mmHg ( $p = 0,0010$ ); PP și MP au fost semnificativ mai mici decât cele la 60° cu 6,2, respectiv 7,0 mmHg ( $p = 0.001$  pentru PP;  $p = 0.021$  pentru MP). Rezultate similare au fost obținute între 0° și 90°, PP și MP la 0° fiind semnificativ mai mici decât la 90° cu 6,2 și 10,2 mmHg ( $p = 0,001$  pentru PP;  $p = 0,000$  pentru MP). Nu s-au observat diferențe semnificative în alte regiuni la creșterea unghiului de înclinație.

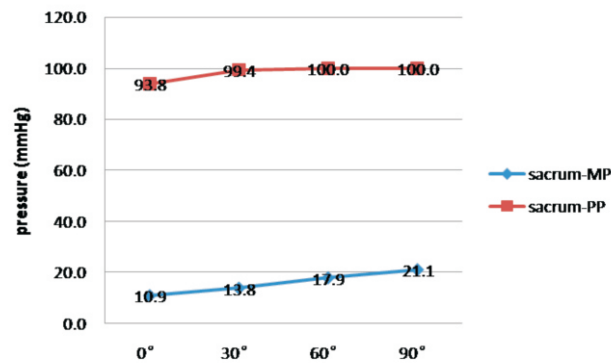


Figure 2. Changes of mean pressure and peak pressure with the supine angle at sacrum area of SSM  
 Figura 2. Modificarea presiunii medii și a celei maxime în funcție de unghiul de înclinație în zona sacrală a SSM

**Compare between the SHM and SSM in Each Supine Angle**

Generally, contact pressure of SSM group was ameliorated and this phenomenon was seen in each supine angle (Table 1). When subject was lying in 0°, in total area, PP of SSM lowered from 98.3 mmHg to 93.8 mmHg; while that of MP decreased by 0.2 mmHg from 2.7 mmHg and this declination was not significant. At the back area, the SSM significantly attenuated the PP and MP by 16.4 mmHg (p=0.000) (Figure 3) and 1.0 mmHg (p=0.008) (Figure 4), respectively. The same phenomenon was found at the PP of sacrum, where 5.6 mmHg (p=0.024) PP was diminished by the usage of SSM.

**Comparație între SHM și SSM la fiecare unghi de înclinație**

În general, presiunea de contact a grupei SSM s-a ameliorat și acest fenomen a fost observat la fiecare unghi de înclinație (Tabelul 1). Când subiectul a stat în poziție culcată la 0°, PP la utilizarea SSM a scăzut de la 98,3 mmHg la 93,8 mmHg în zona totală, în timp ce MP a scăzut cu 0,2 mmHg de la 2,7 mmHg, dar această scădere nu a fost semnificativă. În zona dorsală, SSM a atenuat semnificativ PP și MP cu 16,4 mmHg (p = 0.000) (Figura 3), respectiv 1,0 mmHg (p = 0,008) (Figura 4). Același fenomen a fost observat la PP în zona sacrală, unde PP a scăzut cu 5,6 mmHg (p = 0.024) la utilizarea SSM.

Table 1: Paired T-test of contact pressure distribution of SHM and SSM  
 Tabelul 1: Testul t împerecheat al distribuției presiunii de contact la grupele SHM și SSM

Region Zonă	Mattress Saltea	Angle Unghi	Number Număr	SHM	SSM	Differences Diferențe	Sig
Total Totală	PP (mmHg)	0°	18	98.27	93.79	4.48	0.082
Total Totală		30°	18	100.00	99.39	0.61	0.331
Total Totală		60°	18	98.88	100.00	-1.12	0.331
Total Totală		90°	18	100.00	100.00	0.00	1.000
Total Totală	MP (mmHg)	0°	18	2.65	2.50	0.15	0.091
Total Totală		30°	18	3.03	3.25	-0.22	0.011*

Table 1: Continued  
Tabelul 1: Continuare

Region <i>Zonă</i>	Mattress <i>Saltea</i>	Angle <i>Unghi</i>	Number <i>Număr</i>	SHM	SSM	Differences <i>Diferențe</i>	Sig
Total <i>Totală</i>		60°	18	3.37	4.07	-0.70	0.000**
Total <i>Totală</i>		90°	18	3.70	4.45	-0.75	0.000**
Total <i>Totală</i>	CA (cm <sup>2</sup> )	0°	18	13000.00	12200.00	800.00	0.332
Total <i>Totală</i>		30°	18	13000.00	12200.00	800.00	0.332
Total <i>Totală</i>		60°	18	13000.00	13000.00	0.00	1.000
Total <i>Totală</i>		90°	18	13000.00	13000.00	0.00	1.000
Back <i>Dorsală</i>	PP	0°	18	45.09	28.67	16.42	0.000**
Back <i>Dorsală</i>		30°	18	40.65	27.99	12.66	0.005*
Back <i>Dorsală</i>		60°	18	41.92	30.35	11.57	0.003*
Back <i>Dorsală</i>		90°	18	46.63	30.63	16.00	0.001*
Back <i>Dorsală</i>	MP	0°	18	5.42	4.35	1.07	0.008*
Back <i>Dorsală</i>		30°	18	4.69	4.15	0.54	0.159
Back <i>Dorsală</i>		60°	18	4.31	3.76	0.55	0.177
Back <i>Dorsală</i>		90°	18	4.28	3.91	0.37	0.339
Back <i>Dorsală</i>	CA	0°	18	1342.27	1440	-97.73	0.187
Back <i>Dorsală</i>		30°	18	1385.16	1457.58	-72.42	0.398
Back <i>Dorsală</i>		60°	18	1435.08	1486.41	-51.33	0.560
Back <i>Dorsală</i>		90°	18	1383.05	1383.75	-0.70	0.993
Sacrum <i>Sacrală</i>	PP	0°	18	99.44	93.80	5.64	0.024*
Sacrum <i>Sacrală</i>		30°	18	100.00	99.39	0.61	0.331
Sacrum <i>Sacrală</i>		60°	18	98.88	100.00	-1.12	1.000

Table 1: Continued  
Tabelul 1: Continuare

Region <i>Zonă</i>	Mattress <i>Saltea</i>	Angle <i>Unghi</i>	Number <i>Număr</i>	SHM	SSM	Differences <i>Diferențe</i>	Sig
Sacrum <i>Sacrală</i>		90°	18	100.00	100.00	0.00	1.000
Sacrum <i>Sacrală</i>	MP	0°	18	11.44	10.90	0.54	0.380
Sacrum <i>Sacrală</i>		30°	18	13.23	13.83	-0.60	0.484
Sacrum <i>Sacrală</i>		60°	18	15.98	17.89	-1.91	0.041*
Sacrum <i>Sacrală</i>		90°	18	18.87	21.06	-2.19	0.580
Sacrum <i>Sacrală</i>	CA	0°	18	1847.11	1997.58	-150.47	0.129
Sacrum <i>Sacrală</i>		30°	18	1968.05	2199.38	-231.33	0.051
Sacrum <i>Sacrală</i>		60°	18	1897.06	2316.09	-419.03	0.004*
Sacrum <i>Sacrală</i>		90°	18	1922.34	2234.53	-312.19	0.009*
Heel <i>Călcâi</i>	PP	0°	18	67.82	49.44	18.38	0.068
Heel <i>Călcâi</i>		30°	18	77.84	57.49	20.35	0.043*
Heel <i>Călcâi</i>		60°	18	76.75	60.92	15.83	0.099
Heel <i>Călcâi</i>		90°	18	80.18	63.02	17.16	0.090
Heel <i>Călcâi</i>	MP	0°	18	3.08	2.88	0.20	0.727
Heel <i>Călcâi</i>		30°	18	3.49	5.44	-1.95	0.374
Heel <i>Călcâi</i>		60°	18	4.02	3.84	0.18	0.732
Heel <i>Călcâi</i>		90°	18	4.97	4.19	0.78	0.112
Heel <i>Călcâi</i>	CA	0°	18	727.74	704.53	23.21	0.711
Heel <i>Călcâi</i>		30°	18	755.16	628.91	126.25	0.039*
Heel <i>Călcâi</i>		60°	18	707.34	625.08	82.26	0.023*
Heel <i>Călcâi</i>		90°	18	680.46	587.11	93.35	0.010*

\* significant differences less than 0.05; \*\* significant differences less than 0.001

\* *diferențe semnificative mai mici de 0,05; \*\* diferențe semnificative mai mici de 0,001*



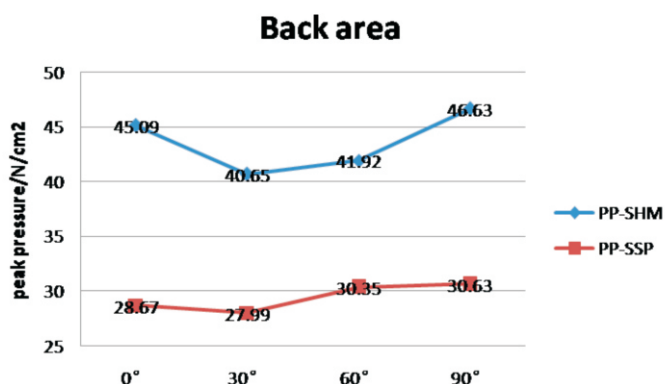


Figure 3. Changes of peak pressure with the supine angle at back area of SHM and SSM groups  
 Figura 3. Modificarea presiunii maxime în funcție de unghiul de înclinație în zona dorsală la grupele SHM și SSM

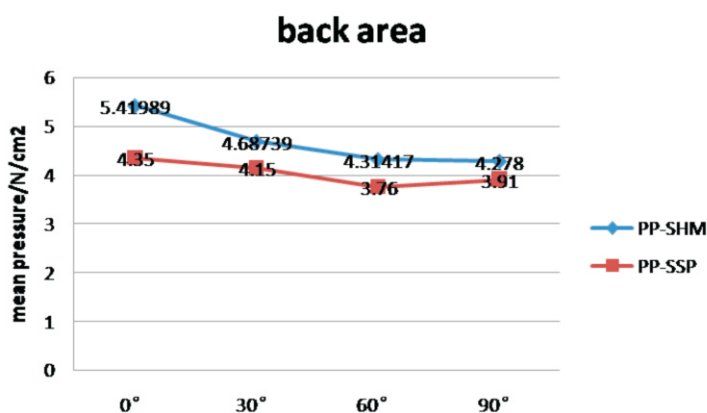


Figure 4. Changes of mean pressure with the supine angle at back area of SHM and SSM groups  
 Figura 4. Modificarea presiunii medii în funcție de unghiul de înclinație în zona dorsală la grupele SHM și SSM

In the supine angle of 30°, with the exception of MP at total area, where SHM group received a smaller pressure value by 0.3mmHg ( $p=0.011$ ), other regions and variables approved that usage of SSM promoted the PP at the back and heel region, where 12.7 mmHg ( $p=0.005$ ) (Figure 3) and 20.3mmHg ( $p=0.043$ ) (Table 1) reductions were obtained individually.

When subject was lying in 60°, significant pressure reductions were found at back area (Figure 3) and significant contact area increasing was obtained at sacrum (Table 1), where 11.5 mmHg ( $p=0.003$ ) decreasing of PP and 419.0 cm<sup>2</sup> ( $p=0.004$ ) augment of CA were found.

In the supine angle of 90°, equaling to the sitting posture, except the PP at back area, where a significant pressure reduction was obtained by the application of SSM ( $p=0.001$ ) (Figure 3), no significant changes were found between group of SHM and SSM.

La unghiul de înclinație de 30°, cu excepția MP în zona totală, unde grupa SHM a obținut o valoare mai mică a presiunii cu 0,3 mmHg ( $p = 0,011$ ), alte zone și variabile au confirmat că utilizarea SSM favorizează PP în zona dorsală și în zona călcâiului, unde s-au obținut scăderi individuale de 12,7 mmHg ( $p = 0,005$ ) (Figura 3) și 20,3mmHg ( $p = 0,043$ ) (Tabelul 1).

Când subiectul a stat în poziție culcată la 60°, s-au constatat reduceri semnificative ale presiunii în zona dorsală (Figura 3), iar zona de contact a crescut semnificativ în zona osului sacru (Tabelul 1), unde s-au observat o scădere a PP cu 11,5 mmHg ( $p = 0,003$ ) și o creștere a CA cu 419,0 cm<sup>2</sup> ( $p = 0,004$ ).

La unghiul de înclinație de 90°, specifică poziției în șezut, cu excepția PP în zona dorsală, unde s-a obținut o reducere semnificativă a presiunii prin aplicarea SSM ( $p = 0,001$ ) (Figura 3), nu s-a găsit nicio diferență semnificativă între grupele SHM și SSM.

## DISCUSSIONS

In this study, contact pressure of healthy subjects lying on the SHM and SSM with the supine angle of 0°, 30°, 60° and 90° were measured and then the comparison was made between SHM and SSM in pressure relieving. Our results show that with the supine angle change from the level to the vertical status, PP and CA at sacrum area was increasing as well, but PP at sacrum was still high in the 90° supine angle; further, majority PP values were proved to be significantly reduced by the usage of SSM in each supine angle, in contrast with the control group of standard hospital mattress and pressure reduction of MP was limited.

In terms of varied supine angles, Defloor [3] studied the relationship between the contact pressure and supine angle and they concluded that lateral lying with 30° supine angle showed the lowest total contact pressure, while that of 90° supine angle was the largest. In our outcomes, we found that PP and MP of both SHM and SSM were increasing with the bed becoming vertical, particular at the angle higher than 60°. Thereby, the patient should be caution that the supine angle should not be higher than 60° too long time, in case of pressure concentration on the sacrum and buttock area causes the occurrence of ulceration.

In terms of SSM, according to the clinical trial and pressure measure in literatures, McGowan *et al.* [8] recruited 297 post-operated patients who were prescribed with the sheepskin mattress during their nursing period and their outcomes showed that the mattress significantly reduced the incidence of ulceration (RR=0.30, 95% confident interval: 0.17 to 0.52). Similarly, Jolley *et al.* [9] described that incidence of ulcer of traditional nursing approach was 9% (20/223), while it decreased to 5.5% (12/218) (RR=0.58, 95% confident interval: 0.35 to 0.96) after the intervention of the sheepskin mattress. Thereby SSM was considered as a good product for pressure relieving and for ulcer prevention. In terms pressure measurement, Jin *et al.* [11] used the pressure sensor to measure the contact pressure and their results approved the finding of McGowan and Jolley.

## DISCUȚII

În acest studiu s-a măsurat presiunea de contact la subiecți sănătoși în poziție culcată pe saltelele SHM și SSM la unghiurile de înclinație de 0°, 30°, 60° și 90° și apoi s-a făcut o comparație între SHM și SSM în ceea ce privește reducerea presiunii. Rezultatele noastre arată că, odată cu schimbarea unghiului de înclinație din poziție orizontală în poziție verticală, PP și CA în zona sacrală cresc, dar PP în zona sacrală este încă ridicată la unghiul de 90°; în plus, majoritatea valorilor PP s-au dovedit a fi reduse semnificativ prin utilizarea SSM la fiecare unghi de înclinație, în contrast cu grupa martor, în care s-a utilizat o saltea de spital obișnuită, iar reducerea presiunii medii a fost limitată.

În ceea ce privește unghiurile de înclinație variabile, Defloor [3] a studiat relația dintre presiunea de contact și unghiul de înclinație și a ajuns la concluzia că cea mai mică presiune de contact totală se obține în poziția de decubit lateral la un unghi de 30°, în timp ce la unghiul de 90° s-a obținut cea mai mare valoare. În rezultatele noastre am constatat că, atât la utilizarea SHM, cât și a SSM, PP și MP au crescut odată cu ridicarea patului, în special la unghiuri mai mari de 60°. Astfel, pacientul trebuie să fie atenționat că unghiul de înclinație nu trebuie să fie menținut prea mult timp la o valoare mai mare de 60°, altfel concentrarea presiunii în zona sacrală și în zona feselor determină apariția ulcerăției.

În ceea ce privește SSM, potrivit studiului clinic și măsurătorilor de presiune din literatura de specialitate, McGowan și colab. [8] au recrutat 297 de pacienți cărora li s-a prescris utilizarea unei saltele din blană de oaie în perioada de îngrijire medicală post-operatorie și rezultatele lor au arătat că salteaua a redus semnificativ incidența ulcerățiilor (RR = 0,30, 95% interval de încredere: de la 0,17 la 0,52). În mod similar, Jolley și colab. [9] au descris că incidența ulcerățiilor în abordarea tradițională a îngrijirii medicale a fost de 9% (20/223), scăzând la 5,5% (12/218) (RR = 0.58, 95% interval de încredere: de la 0,35 la 0,96) după utilizarea saltelei din blană de oaie. Astfel, SSM a fost considerat un produs bun pentru reducerea presiunii și prevenirea ulcerățiilor. În ceea ce privește măsurarea presiunii, Jin și colab. [11] au folosit senzorul de presiune pentru a măsura presiunea de contact, iar rezultatele lor au confirmat rezultatele obținute de McGowan și Jolley.

As a classic CLP product, when the subject lies in the surface of SSM, the long and high density hair surface could be easily bended to match the shape of the loading surface and a much larger contact area could be built to support the body weight, so as to reduce the magnitude of pressure. Further, even though the surface of SSM is tightly pressed, minor gaps still exist within hairs and those spaces make the air circulation available. Therefore, the SSM is helpful for either avoiding the occurrence of ulcer or promoting the healing of ulceration. Our results in this study displayed that after the intervention of the SSM, the pressure distribution was ameliorated in each supine angle. Particularly at the back area, PP decreased significantly whilst lying upon SSM, where 16.4, 12.7, 11.5 and 16.0 mmHg reductions were found at the supine angle of 0°, 30°, 60° and 90° individually.

Although positive outcomes were obtained, several limitations should be considered whilst interpreting the results. Firstly, the samples size was small and the outcomes performed by those healthy subjects in our experimental study should not be generalized to other population. Since anthropological variations would result the significant differences in contact pressure, for instance the elder population would receive a lower peak pressure at sacrum area. Secondly, some PP exceeded the maximum rang (100 mmHg) of the measuring system, but the part of pressure higher than 100 mmHg was meaningless, as the capillary circulation have already been cut off when the pressure passed 10 kPa (76 mmHg) [12]. Investigations still need to be done to further explore the correlation between effectiveness of the sheepskin mattress and the nature of sheep skin tanning technology.

## CONCLUSIONS

Patient should be caution that the supine angle should not be higher than 60° too long time, since in this angle, pressure is still high at sacrum and buttock area. Pressure relieve of sheep skin at each supine angle was quantitatively evaluated and it performed superior than the standard hospital mattress in the most of supine angles. However, further improvement of SSM in the aspect of shape

Ca produs clasic de tip CLP, atunci când subiectul stă întins pe suprafața saltelei SSM, părul lung și foarte dens al blănii poate fi ușor îndoit pentru a lua forma suprafeței de încărcare și se poate construi o suprafață de contact mult mai mare pentru a sprijini greutatea corporală, astfel încât să se reducă amploarea presiunii. Mai mult, chiar dacă suprafața SSM este presată strâns, există mici goluri între fire, acele spații făcând posibilă circulația aerului. De aceea, SSM este utilă pentru evitarea apariției ulcerățiilor sau pentru facilitarea vindecării acestora. Rezultatele noastre din acest studiu au arătat că după utilizarea SSM, distribuția presiunii a fost ameliorată în fiecare unghi de înclinație. În special în zona dorsală, PP a scăzut semnificativ în timpul utilizării SSM, observându-se scăderi cu 16,4, 12,7, 11,5 și 16,0 mmHg la unghiurile de înclinație de 0°, 30°, 60° și 90° individual.

Deși s-au obținut rezultate pozitive, la interpretarea rezultatelor ar trebui să luăm în considerare câteva limitări. În primul rând, eșantionul a fost mic și rezultatele obținute de acești subiecți sănătoși în studiul nostru experimental nu ar trebui să fie generalizate la alte populații. Întrucât variațiile antropologice ar avea ca rezultat diferențe semnificative ale presiunii de contact, de exemplu, la populația în vârstă s-ar constata o presiune maximă mai mică în zona sacrală. În al doilea rând, unele valori ale PP au depășit limita maximă (100 mmHg) a sistemului de măsurare, dar valorile presiunii mai mari de peste 100 mmHg nu sunt relevante, întrucât circulația capilară a fost deja oprită atunci când presiunea a depășit 10 kPa (76 mmHg) [12]. Sunt necesare investigații suplimentare pentru a explora în continuare corelația dintre eficiența saltelei din blană de oaie și tehnologia de tăbăcire a blănurilor de oaie.

## CONCLUZII

Pacienții trebuie să fie atenționați că unghiul de înclinație nu trebuie să fie menținut prea mult timp la o valoare mai mare de 60°, deoarece în acest unghi presiunea este încă ridicată în zona sacrală și în zona feselor. S-a evaluat cantitativ gradul de reducere a presiunii la utilizarea saltelei din blană de oaie la fiecare unghi de înclinație și s-a constatat că este superioară în comparație cu salteaua de spital obișnuită la majoritatea unghiurilor de înclinație. Cu toate acestea, sunt necesare îmbunătățiri

was still required, such as a 3D structure was introduced to lower the higher pressure at the sacrum area.

#### *Acknowledgement*

The author would like to thank the financial support from National Science and technology support program (2014BAE02B02) and Funding of Sichuan University (2014SCU11029).

suplimentare ale SSM în ceea ce privește forma, cum ar fi introducerea unei structuri 3D pentru a reduce presiunea ridicată în zona sacrală.

#### *Mulțumiri*

Autorul dorește să mulțumească pentru sprijin financiar Programului Național de Sprijin pentru Știință și Tehnologie (2014BAE02B02) și Universității Sichuan (2014SCU11029).

## REFERENCES

1. Aronovitch, S.A., Wilber, M., Slezak, S., Martin, T., Utter, D., *Ostomy Wound Manag*, **1999**, 45, 34-40.
2. Cherry, G.W., Ryan, T.J., Pathophysiology, In: Parish, L.C., Witkowski, J.A., Crissey, J.T. (eds.) *The Decubitus Ulcer in Clinical Practice*, Berlin: Springer, 33-43, **1997**.
3. Defloor, T., *Appl Nurs Res*, **2000**, A, 13, 2-11.
4. Nijs, N., Toppets, A., Defloor, T., Bernaerts, K., Milisen, K., Van Den Berghe, G., *J Clin Nurs*, **2009**, 18, 1258-1266.
5. Klaesner, J.W., Hastings, M.L., Zou, D.Q., Lewis, C., Mueller, M.J., *Arch Phys Med Rehabil*, **2002**, 83, 1796-801.
6. De Simon, S., La Penna, A., Napoletano, M., Uccioli, L., *Diabetologia*, **2002**, 45, A337.
7. McInnes, E., Jammali-Blasi, A., Bell-Syer, S.E.M., Dumville, J. C., Cullum, N., *Cochrane Database Syst Rev*, **2011**, 4.
8. McGowan, S.M.K., Jolley, D., Wright, R., *Primary Intention*, **2000**, 8, 1-8.
9. Jolley, D.J., Wright, R., McGowan, S., Hickey, M.B., Campbell, D.A., Sinclair, R.D., Montgomery, K.C., *Med J Aust*, **2004**, 180, 324-327.
10. Kemp, M.G., Kopanke, D., Tordecilla, L., Fogg, L., Shott, S., Matthiesen, V., Johnson, B., *Res Nurs Health*, **1993**, 16, 89-96.
11. Jin, Z., Qiuyue, T., Bo, X., Wuyong, C., *J Soc Leath Tech Ch*, **2013**, 97, 172-175.
12. Basler, A., *Abderhaldens Hamdudh*, **1927**, 5, 559-557.

---

Article received/Data primirii articolului: 25.03.2015

Accepted/Acceptat la data: 29.05.2015