



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

**Studio della distribuzione del carico sulla
testa di bambini di 6 - 9 mesi su
materasso standard in poliestere con e
senza cuscino in materiale memory foam.**



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

RELAZIONE TECNICA

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	MATERIALI E METODI	5
3.	PROTOCOLLO UTILIZZATO PER I TEST	10
4.	ELABORAZIONE DEI DATI	12
5.	RISULTATI	13
6.	DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	16
7.	BIBLIOGRAFIA	19



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

1. INTRODUZIONE

Sebbene abbia ridotto notevolmente l'incidenza della sindrome da morte improvvisa dei neonati (Sudden Infant Death Syndrome, SIDS), la posizione supina mantenuta durante il sonno è stata associata ad un incremento di plagiocefalia posturale o non sinostotica (positional, or non-synostotic, plagiocephaly NSP). Come riportato in Shweikeh et al. 2013, questo fatto è testimoniato dall'incremento di pubblicazioni scientifiche indicizzate in Pubmed dopo il 1996, anno della campagna "Back to Sleep" avviata dall' American Academy of Pediatrics (AAP). La deformazione del cranio del bimbo può avvenire a causa della forza di gravità esercitata dallo stesso su una superficie troppo dura (Flannery et al., 2012; Gautschi et al., 2013; Hutchison et al., 2006; Kuang et al., 2013; Lennartsson 2011-A; Lennartsson 2011-B; Looman & Flannery, 2012; Mawji et al. 2013; Persing et al., 2003; Roby et al., 2012; Shweikeh et al., 2013; Wilbrand et al., 2013). In particolare, rimanendo in posizione supina con il viso rivolto verso l'alto su una superficie troppo rigida la maggior parte del peso della testa si scarica, generalmente, sulla zona centrale della nuca.

In questa relazione tecnica vengono analizzati i dati acquisiti da Artsana SPA in alcuni test finalizzati allo studio della distribuzione del carico sulla testa di bambini di 6-9 mesi in due diverse situazioni:

- posizionamento su materasso standard in poliesteri senza cuscino;
- posizionamento su materasso standard in poliesteri con cuscino in materiale memory foam.

Lo studio è stato effettuato utilizzando una semisfera, realizzata in materiale plastico da Artsana S.p.A., avente dimensione e peso pari al valor medio di dimensione e peso assunti dalla testa di bambini di 6-9 mesi (figura 1). I valori sono stati ricavati dalla norma



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189



Figura 1 Semisfera utilizzata per i test con caratteristiche di una testa di bambino di 9 mesi.

FprCEN/TR 13387-1:2014, in cui per un bambino da 6 a 9 mesi viene stabilito un valor medio del peso della testa di 1,80 kg e un valor medio della circonferenza del cranio di 44,8 cm.



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

2. MATERIALI E METODI

Per la rilevazione della distribuzione del carico all'interfaccia falsa-testa/superficie di appoggio sono stati utilizzati sensori Flexiforce A401, prodotti da Tekscan Inc (USA). Essi sono costituiti da materiale piezoresistivo inserito tra due elementi flessibili di poliestere (figura 2). Questi due elementi svolgono due compiti: proteggere l'elemento sensibile e connettere elettricamente il materiale piezoresistivo ad un circuito esterno.

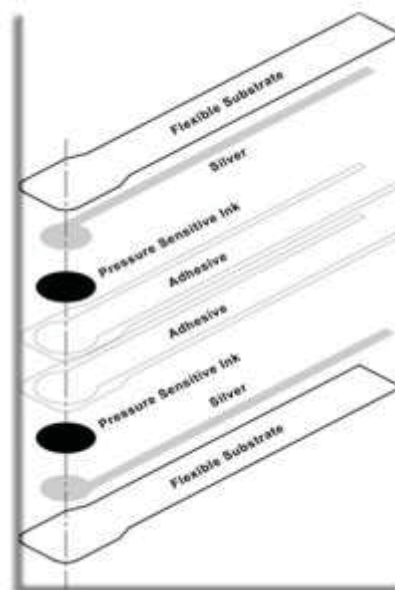


Figura 2 Layers di un sensore Flexiforce.

Il sensore Flexiforce permette di rilevare la forza e di calcolare la pressione (forza/area sensibile) esercitata sulla propria superficie attraverso una misura di conduttanza. In questo modo è possibile effettuare misure di pressione utilizzando una semplice rete di condizionamento che trasformi la variazione di conduttanza in valore di tensione che può



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

essere facilmente digitalizzato con un opportuno dispositivo di conversione analogico - digitale.

Grazie al suo ridotto spessore (0,203 mm) e alla sua flessibilità, il Flexiforce consente di effettuare la rilevazione della pressione su superfici di oggetti senza modificarne forma o dimensione, evitando così di influenzare la misurazione stessa. Sensori analoghi a questo sono già stati utilizzati in diversi lavori scientifici: guanto sensorizzato per lo studio dell'ergonomia di manopole cilindriche (Kong & Lowe, 2005); sistema per la rilevazione della distribuzione della pressione plantare finalizzata allo studio del piede diabetico (Patil et al., 2009); sistema per studiare gli impatti nei caschi da hockey (Ouckama & Pearsall, 2012); studi su materiali riempitivi impiegati nella realizzazione di sedute da ufficio e sedili auto per scopi di ricerca (Bertolotti et al., 2013); sistema di misura da utilizzare in un robot per la riabilitazione della mano (Zhang et al., 2013); strumento per rilevare l'occlusione delle arterie perineali nei ciclisti (Parthiban et al., 2014); dispositivo per la misura della forza in una mano artificiale (Miqdad et al., 2014); dispositivo per misurare la forza applicata dalla lingua e dal labbro superiore sul dente incisivo mascellare centrale (Valentim et al., 2014); sistema di misura della pressione calcaneare in applicazioni ortopediche (Terashima et al., 2014; Berwin et al., 2015); strumenti per lo studio di gesti sportivi (Jackson et al., 2015).



Figura 3 Flexiforce A401

In questo studio sono stati utilizzati 7 sensori Flexiforce A401 (figura 3) i quali presentano una superficie sensibile di 506,7 mm² e un range di misura da 0 a 11,34 kg. I 7 sensori sono



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

stati disposti come in figura 4 in modo da rivestire la superficie di interesse della testa di prova.

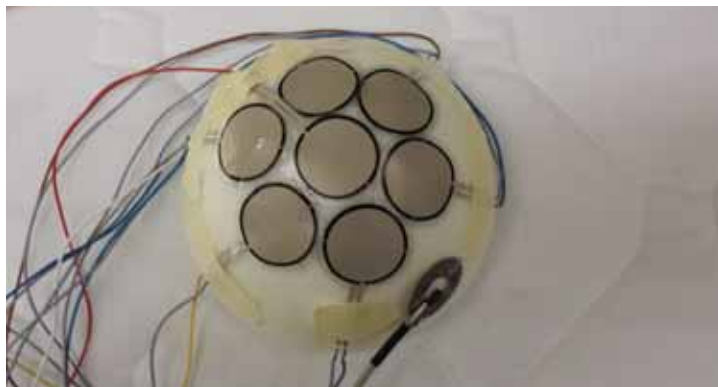


Figura 4 Semisfera sensorizzata

L'acquisizione dei segnali provenienti dalle reti di condizionamento dei 7 sensori di forza viene eseguita per mezzo della scheda USB-1608FS (Measurement Computing Corporation, USA; figura 5). Questo dispositivo consente di acquisire ad una frequenza di 10 Hz i 7 canali analogici con una risoluzione di 16 bit ed un range di $\pm 5V$. I segnali digitalizzati vengono trasmessi attraverso una connessione USB ad un PC sul quale vengono visualizzati e memorizzati grazie ad un'apposita applicazione software.



Figura 5 Il sistema di acquisizione USB-1608FS



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

La testa strumentata e posizionata sul materiale da testare viene mantenuta ad una temperatura pressoché costante, grazie ad una lampada termica (figura 6) che consente di mantenere l'ambiente di test a circa 36°C.



Figura 6 Strumentazione utilizzata per i test su cuscini

La lampada termica utilizzata in questo test è un dispositivo medico (Panacea s.r.l. divisione medica, Italia) dotato di un sistema di controllo e di un sensore di temperatura in grado di mantenere alla temperatura impostata la superficie su cui la sonda è applicata. Mantenendo costanti le condizioni ambientali si riducono eventuali variazioni di misura dei sensori (influenzabili da fluttuazioni di temperatura); in questo modo, inoltre, anche i materiali testati si mantengono ad una temperatura costante.



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

In questo studio sono stati testati un materasso standard con fodera in poliestere e imbottitura di poliestere e 9 campioni di cuscini con imbottitura in materiale Memory foam e fodera in cotone (figura 7); i test sui 9 cuscini sono stati eseguiti posizionando ogni cuscino sulla parte centrale del materasso.

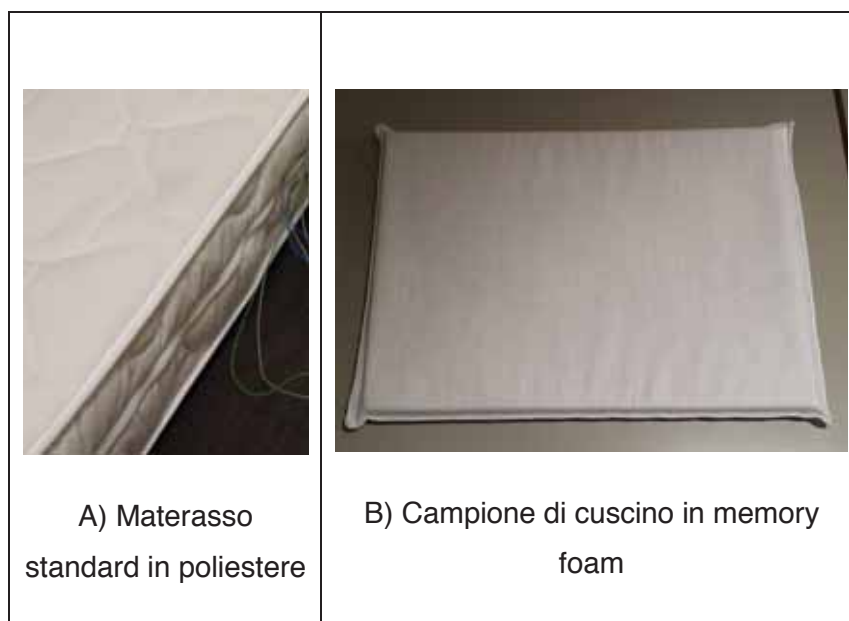


Figura 7 Materiali oggetto dello studio



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

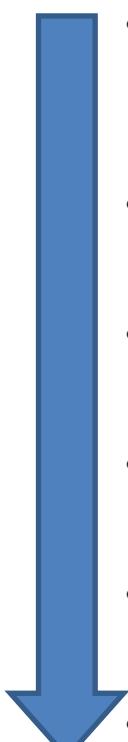
e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

3. PROTOCOLLO UTILIZZATO PER I TEST

I test effettuati sui 9 cuscini e sul materasso sono stati svolti utilizzando la seguente procedura: inizialmente il cuscino da testare è stato posizionato sul materasso e portato alla temperatura di 36°; la semisfera sensorizzata è stata sollevata e mantenuta sospesa in modo che i sensori non rilevassero alcuna pressione; in seguito è stata avviata l'acquisizione dei segnali, quindi la falsa-testa è stata posizionata al centro del cuscino.

L'acquisizione dei dati è stata eseguita con la seguente sequenza temporale:

- 
- Minuto 0= inizio acquisizione segnali (frequenza di campionamento = 10Hz); la falsa testa viene appoggiata sul materiale
 - Minuto 16= l'acquisizione dati viene interrotta
 - Minuto 20= l'acquisizione riprende per 1 minuto
 - Minuto 25= l'acquisizione riprende per 1 minuto
 - Minuto 30= l'acquisizione riprende per 1 minuto
 - Fine della prova



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

Dai primi 16 minuti di acquisizione si sono ricavate 4 epoche della durata di 1 minuto ciascuna. In totale sono stati ottenuti 7 file corrispondenti alle seguenti epoche: minuto 1, minuto 5, minuto 10, minuto 15, minuto 20, minuto 25, minuto 30.



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

4. ELABORAZIONE DEI DATI

Per l'elaborazione dei dati e la presentazione dei risultati sono state utilizzate le seguenti applicazioni software: LabVIEW (National Instruments, USA), Microsoft Excel (Microsoft, USA), GraphPad Prism (GraphPad Software, USA).

I segnali dei 7 sensori, digitalizzati dalla scheda di acquisizione con frequenza di campionamento pari a 10 Hz, sono stati filtrati (filtro passa-basso con frequenza di taglio a 5 Hz) per ridurre il rumore elettrico.

Da ognuno dei 7 segnali di forza filtrati (F_i con $i=1,2,3,\dots,7$) si è ottenuta la relativa forza in formato percentuale, utilizzando la seguente formula:

$$F\%_i = \frac{F_i \cdot 100}{\sum_{i=1}^7 F_i}$$

Con $i=1,2,3,\dots,7$

Per ogni minuto di acquisizione, per ogni sensore ($i=1,2,3,\dots,7$), è stato calcolato il valore medio di $F\%_i$. In totale, per ogni materiale, per ogni sensore, sono stati ricavati 7 valori corrispondenti a: minuto 1, minuto 5, minuto 10, minuto 15, minuto 20, minuto 25, minuto 30. Per ogni minuto è stata inoltre calcolata la deviazione standard sul gruppo di sensori, per avere un'indicazione sull'omogeneità della distribuzione delle forze: più bassa è la deviazione standard, più omogenea è la distribuzione delle forze sui sensori considerati.



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

5. RISULTATI

In questo paragrafo sono riportati i grafici dell'andamento della deviazione standard e del carico massimo percentuale relativi al materasso e ai 9 cuscini durante i 30 minuti di test (figure 8 e 9) e il confronto tra i valori assunti da questi due parametri a metà prova (figure 10 e 11).

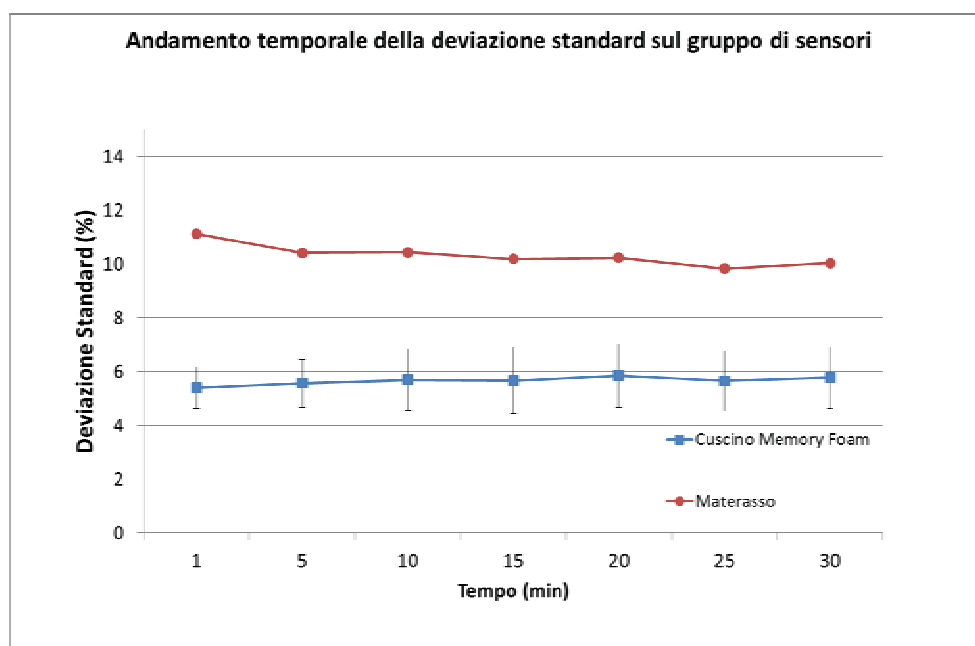


Figura 8 Andamento nel tempo della deviazione standard rilevata sul materasso (linea rossa) e sul cuscino in memory foam (linea blu; media e deviazione standard).



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

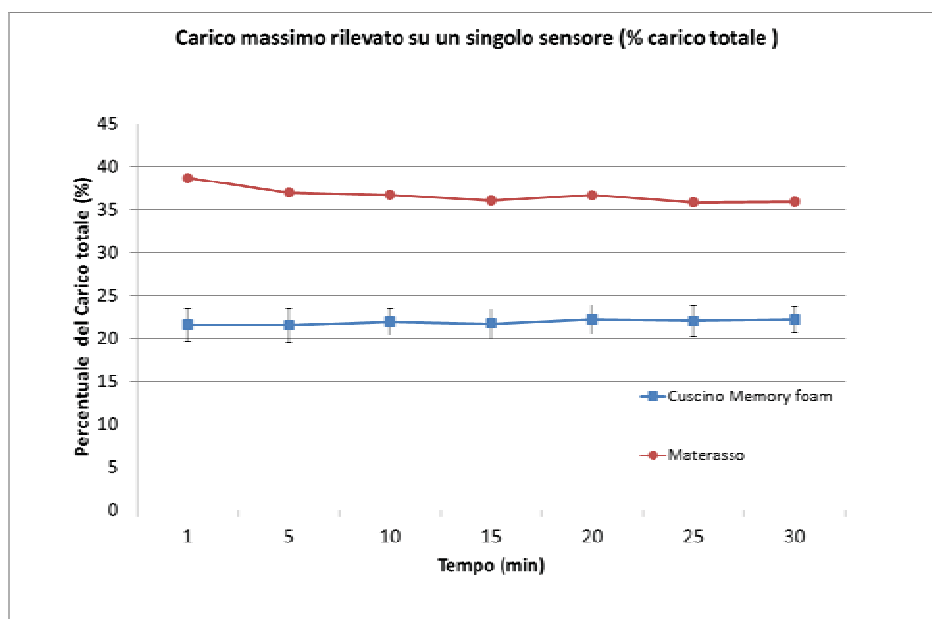


Figura 9 Andamento nel tempo del carico massimo (% carico totale) rilevato sul materasso (linea rossa) e sul cuscino in memory foam (linea blu; media e deviazione standard)

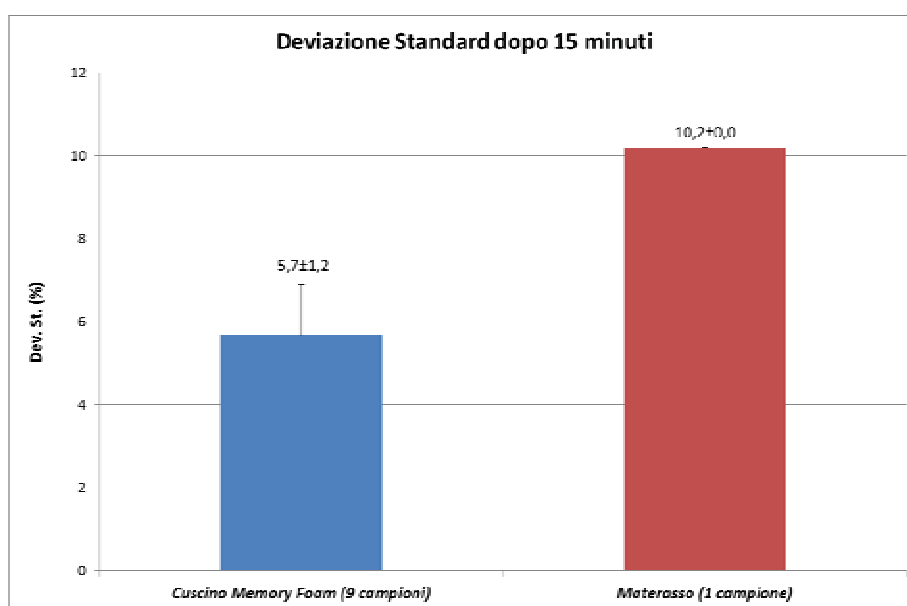


Figura 10 Confronto deviazione standard dopo 15 minuti dall'inizio della prova



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

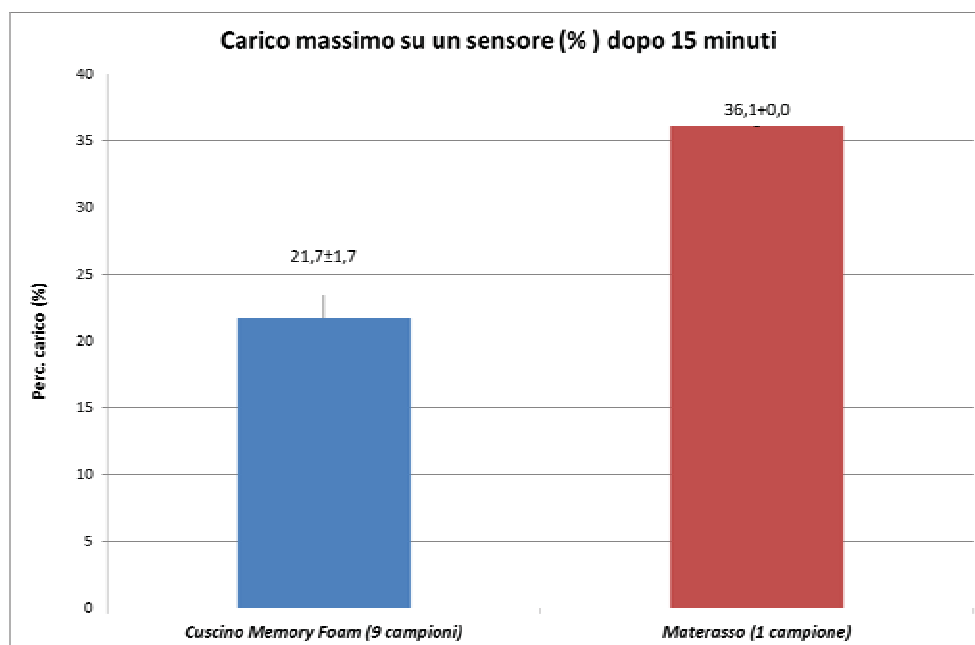


Figura 11 Confronto carico massimo dopo 15 minuti dall'inizio della prova



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

6. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le valutazioni dei risultati riportate in questo paragrafo sono riferite in particolare ai parametri rilevati, nei test effettuati sui 9 cuscini, a metà prova (dopo 15 minuti), quando il comportamento transitorio iniziale (assestamento della testa e del materiale) può considerarsi concluso.

I grafici di figura 8 mostrano come la deviazione standard del gruppo di sensori è sempre maggiore nel caso del materasso rispetto a quella dei cuscini, a conferma del fatto che il materasso distribuisce il carico in maniera non uniforme concentrandola su di un'area limitata, tipicamente la parte centrale della falsa-testa. Questo comportamento è confermato anche dai grafici in figura 9 che mostrano come oltre il 36% del carico sia concentrato su di un unico sensore per quasi l'intera durata della prova.

Per evidenziare meglio il comportamento del cuscino rispetto al solo materasso, i dati sono stati ulteriormente elaborati. In particolare, tutti i parametri relativi al cuscino sono stati rappresentati come differenza percentuale rispetto ai parametri relativi al materasso:

$$C' = 100 \cdot \frac{(m - c)}{m}$$
 (dove m e c sono parametri relativi, rispettivamente, al materasso e al cuscino).

Le figure 11 e 12 riassumono i risultati di queste elaborazioni.

Il confronto tra i dati di deviazione standard e percentuale di carico massimo ottenuti dai test eseguiti sui 9 cuscini rispetto a quelli rilevati sul materasso permettono di fare le seguenti considerazioni:



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

- l'utilizzo di questo tipo di cuscino risulta più efficiente rispetto all'utilizzo del solo materasso standard in poliestere del $39,8 \pm 4,8\%$ (media \pm deviazione standard) in termini di riduzione del picco di carico;
- l'utilizzo di questo tipo di cuscino risulta più efficiente rispetto all'utilizzo del solo materasso standard in poliestere del $44,3 \pm 12,1\%$ (media \pm deviazione standard) in termini di capacità di distribuire in modo omogeneo il carico.

I valori peggiori ottenuti nei test sono 30,7% e 28,2% per efficienza nella riduzione del carico e capacità di distribuire il carico in modo omogeneo, rispettivamente.

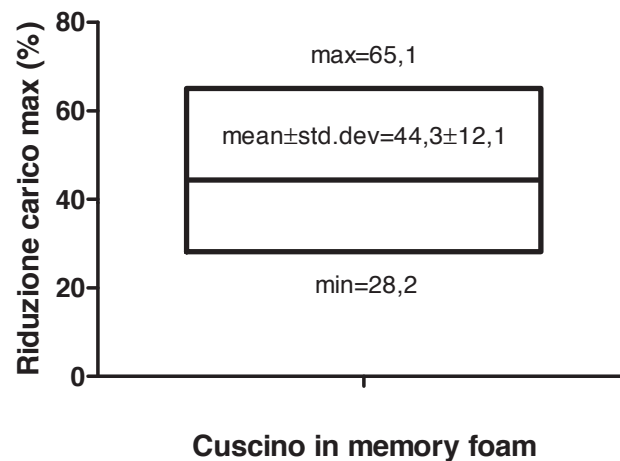


Figura 12 Riduzione del carico al centro della nuca rispetto all'utilizzo del solo materasso



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

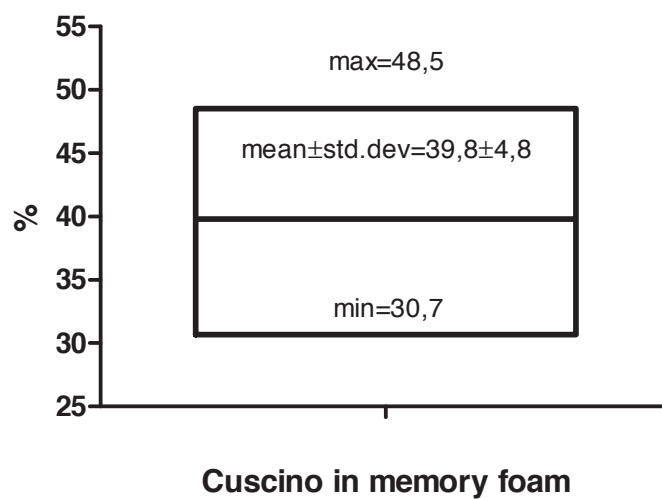


Figura 13 Capacità di distribuire in modo omogeneo il carico (percentuale di miglioramento rispetto al solo materasso)



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

7. BIBLIOGRAFIA

Bertolotti, G.M., Cristiani, A., Šerbedžija, N. (2003). The REFLECT project and the implementation of a seat adaptation system in an automotive environment. *Microprocessors and Microsystems*, 37(8), 1063-1072.

Berwin, J. T., Burton, T. M. W., Taylor, J., McGregor, A. H., & Roche, A. (2015). Plantar Loading Forces While Walking in a Below-Knee Cast With an Attached Loadbearing Frame. *Foot & ankle international*, 1071100715572258.

Flannery, A. B. K., Looman, W. S., & Kemper, K. (2012). Evidence-based care of the child with deformational plagiocephaly, part II: management. *Journal of Pediatric Health Care*, 26(5), 320-331.

Gautschi, O. P., Rilliet, B., Schaller, K., & Jenny, B. (2013). Lagebedingter Plagiocephalus im Säuglingsalter: Diagnose und Behandlung (Positional plagiocephaly in infancy: diagnosis and management). *PRAXIS*, 102(25), 1537-1542.

Hutchison, B. L., Mitchell, E. A., & Thompson, M. D. (2006). Non-synostotic plagiocephaly and brachycephaly: An overview. *Current Pediatric Reviews*, 2(1), 33-39.

Jackson, L., Williams, S., & Ferrara, D. (2015). Using budget-friendly methods to analyze sport specific movements. *Bulletin of the American Physical Society*, 60.

Kong, Y. K., & Lowe, B. D. (2005). Optimal cylindrical handle diameter for grip force tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(6), 495-507.

Kuang, A. A., Bergquist, C., Crupi, L., Oliverio, M., & Selden, N. R. (2013). Effectiveness and Safety of Independent Pediatric Nurse Practitioners in Evaluating Plagiocephaly. *Plastic and reconstructive surgery*, 132(2), 414-418.

Lennartsson, F. (2011) A. Developing guidelines for child health care nurses to prevent nonsynostotic plagiocephaly: searching for the evidence. *Journal of pediatric nursing*, 26(4), 348-358.



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

Lennartsson, F. (2011) B. Testing guidelines for child health care nurses to prevent nonsynostotic plagiocephaly: a Swedish pilot study. *Journal of pediatric nursing*, 26(6), 541-551.

Looman, W. S., & Kack Flannery, A. B. (2012). Evidence-based care of the child with deformational plagiocephaly, Part I: assessment and diagnosis. *Journal of Pediatric Health Care*, 26(4), 242-250.

Mawji, A., Vollman, A. R., Hatfield, J., McNeil, D. A., & Sauvé, R. (2013). The incidence of positional plagiocephaly: A cohort study. *Pediatrics*, 132(2), 298-304.

Miqdad, A., Suhairi, R., Ali, A., Roslan, N. F., & Aziz, P. D. (2014, August). Development of artificial hand gripper by using flex force sensor. In *Engineering Technology and Technopreneuship (ICE2T), 2014 4th International Conference on* (pp. 305-308). IEEE.

Ouckama, R., & Pearsall, D. J. (2012). Impact performance of ice hockey helmets: head acceleration versus focal force dispersion. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 1754337111435625.

Parthiban, S., Hotaling, J. M., Ohlander, S. J., Baftiri, A. P., Freels, S., & Niederberger, C. S. (2014, August). Device and method to determine perineal artery occlusion during road bicycling. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2014 36th Annual International Conference of the IEEE* (pp. 3767-3770). IEEE.

Patil, S. L., Thatte, M. A., & Chaskar, U. M. (2009). Development of planter foot pressure distribution system using flexi force sensors. *Sensors & Transducers*, 108(9), 73.

Persing, J., James, H., Swanson, J., & Kattwinkel, J. (2003). Prevention and management of positional skull deformities in infants. *Pediatrics*, 112(1), 199-202.

Roby, B. B., Finkelstein, M., Tibesar, R. J., & Sidman, J. D. (2012). Prevalence of positional plagiocephaly in teens born after the “Back to Sleep” campaign. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 146(5), 823-828.



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

27100 PAVIA

Via Ferrata 5

Tel. +39 0382 985 200

Fax. +39 0382 422 583

e-mail: segreteria.iii@unipv.it

Codice Fiscale 80007270186 – Partita IVA 00462870189

Shweikeh, F., Nuño, M., Danielpour, M., Krieger, M. D., & Drazin, D. (2013). Positional plagiocephaly: an analysis of the literature on the effectiveness of current guidelines. *Neurosurgical focus*, 35(4), E1.

Terashima, T., Onodera, T., Sawaguchi, N., Kasahara, Y., & Majima, T. (2014). External rotation of the femoral component decreases patellofemoral contact stress in total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1-7.

Valentim, A. F., Furlan, R. M. M. M., Perilo, T. V. D. C., Berbert, M. C. B., Motta, A. R., & Casas, E. B. D. L. (2014, June). Evaluation of the force applied by the tongue and lip on the maxillary central incisor tooth. In *CoDAS* (Vol. 26, No. 3, pp. 235-240). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia.

Wilbrand, J. F., Seidl, M., Wilbrand, M., Streckbein, P., Böttger, S., Pons-Kuehnemann, J., & Howaldt, H. P. (2013). A prospective randomized trial on preventative methods for positional head deformity: physiotherapy versus a positioning pillow. *The Journal of pediatrics*, 162(6), 1216-1221.

Zhang, F., Fu, Y., Wang, T., Zhang, Q., Wang, S., & Guo, B. (2013, December). Research on sensing and measuring system for a hand rehabilitation robot. In *Robotics and Biomimetics (ROBIO)*, 2013 IEEE International Conference on (pp. 50-55). IEEE.

Pavia, 4 giugno 2015

Dott. Gian Mario Bertolotti

Ing. Andrea Maria Cristiani