

GERIATRIA

ORGANO UFFICIALE DELLA SOCIETA ITALIANA GERIATRI OSPEDALIERI (S.I.G.Os.)

BIMESTRALE - VOL. XX n. 4 - Luglio/Agosto 2008 - Poste Italiane S.p.A. - Sped. in Abb. Postale D.L. 353/2003 (Conv. in L. 27/02/2004 N. 46) Art. 1 Comma 1 - DCB Roma



ISSN: 1122-5807

UTILIZZO DI SENSORI ELETTRICO-MECCANICI WIRELESS NEL MONITORAGGIO DEL RISCHIO DI CADUTE, DEI TEMPI DI SOCIALIZZAZIONE E DEL WANDERING IN UNA POPOLAZIONE DI SOGGETTI ANZIANI RESIDENTI IN RESIDENZA SANITARIA ASSISTITA (RSA)

Ardoino G., Ianes Aladar B., Ricci G.

RSA Santa Giulia - Gruppo SEGESTA

INTRODUZIONE

Nel 2006 in Italia vi erano 142 persone ultra65enni ogni 100 giovani sotto i 15 anni, con una vita media di quasi 84 anni per le donne e di 78,3 anni per gli uomini (1). Questa tendenza, peraltro comune in tutto il mondo, coincide con un aumento delle persone affette da fragilità fisica, disturbi della sfera cognitiva e depressione che, insieme, rappresentano la componente principale del carico assistenziale globale nella patologia dell'età senile (2).

Le cadute nel soggetto anziano costituiscono un'evenienza frequente, nonostante i tentativi, anche fruttuosi, di ridurre il numero (3).

L'incidenza di cadute e di conseguenze severe è alta soprattutto nei soggetti istituzionalizzati. L'identificazione dei fattori di rischio di caduta è stato l'obiettivo di numerosi studi effettuati in soggetti residenti in comunità (4-9) ed in casa di riposo (10-15).

La valutazione degli indicatori di rischio ha identificato come fattori di rischio primari la storia di cadute, i mezzi di contenzione fisica, la presenza di confusione mentale, il "wandering" e la prescrizione di farmaci antidepressivi o ansiolitici (16), anche se questo argomento non è ancora stato adeguatamente studiato e le conclusioni sono basate soprattutto sull'opinione di esperti del settore.

Gli interventi effettuati per eliminare i suscettibili fattori di rischio nelle residenze sanitarie assistite hanno avuto peraltro successi solamente parziali (17-19).

Gli studi che hanno ottenuto successo sono quelli che hanno utilizzato approcci multidimensionali che comprendevano esercizi per migliorare forza ed equilibrio, uso di ausili atti ad aumentare la stabilità dei segmenti anatomici (ginocchiere, busti e corsetti) o a proteggere i distretti corporei,

adattamenti ambientali, educazione del personale, uso appropriato di farmaci psicoattivi (17-20).

SCOPO DEL PROGETTO

Scopo del Lavoro è stato quello di verificare l'efficacia del monitoraggio con sensori elettromeccanici wireless (Wireless Sensor Networks s.r.l. - Monza) nella prevenzione delle cadute dei soggetti a rischio e la possibilità di monitorare, con l'uso di telemetria, il grado di socializzazione, la permanenza negli spazi comuni, il grado di "wandering" ed eventuali "tentativi di fuga" degli ospiti.

MATERIALI E METODI

In questo studio, del tutto preliminare e quindi redatto sotto forma di "case series", sono stati monitorati 10 ospiti ad elevato rischio di caduta sulla base dei punteggi della Scala di Tinetti per andatura ed equilibrio per un periodo di una settimana.

Ogni ospite è stato sottoposto a valutazione multidimensionale atta a valutare le caratteristiche di autonomia e delle performances nelle attività di vita quotidiana (Barthel Index, Physical Performance Test a 7 items) (21, 22), stato cognitivo ed affettivo (Mini Mental State Examination, Geriatric Depression Scale a 15 items, Neuropsychiatric Inventory) (23-25).

Per ogni ospite sono state registrate le caratteristiche socio-anagrafiche e cliniche (sesso, età e scolarità, numero di malattie somatiche, tipo e numero di farmaci assunti, gli eventi acuti intercorsi durante il periodo di monitoraggio) effettuate in via preliminare (Tab. 1).

Sono stati esclusi solo gli ospiti allettati o non autonomi nella deambulazione.

Ogni ospite incluso nello studio è stato monitorato mediante un sistema WSN in grado di rilevare l'equilibrio (su tre assi) e la postura dell'ospite, i periodi di agitazione notturna, il tempo di permanenza negli spazi comuni ed i suoi tentativi di "fuga".

Indirizzo per la corrispondenza:

Dott. Giorgio Ricci

Via Saffi, 7 - 20058 Villasanta (MI)

Tel.: 039303621

Cell.: 3333731126

e-mail: ricci-giorgio@libero.it

Tab.1 - Caratteristiche dei soggetti presi in esame

	Pz.1	Pz.2	Pz.3	Pz.4	Pz.5	Pz.6	Pz.7	Pz.8	Pz.9	Pz.10
Sesso	m	f	m	m	f	f	f	f	f	m
Età	84	81	79	88	78	81	80	75	80	83
Scolarità	3	5	5	3	5	3	8	5	5	5
N°patol	5	9	8	7	7	5	5	6	4	2
N°farmaci	4	4	5	9	5	7	5	6	8	4
N°eventi	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tinetti and.	6	6	7	6	5	6	7	6	5	7
Tinetti equil.	8	6	10	6	5	10	7	8	7	6
Tinetti totale	14	12	17	12	10	16	14	14	12	13
PPT	17	18	16	14	10	20	13	14	18	16
Barthel I.	76	72	78	57	54	74	62	73	73	76
MMSE	23,5	26,4	22,7	21,2	20,7	21,5	23,7	24,7	22,4	20,4
GDS15	2	4	1	5	2	8	3	0	2	5
NPI totale	12	6	0	16	4	5	4	0	6	8

Il dispositivo impiegato nelle rilevazioni è capace di segnalare i movimenti del paziente e la sua posizione rispetto ad una planimetria, riferendosi ad una rete wireless WSN, in due modi:

- rilevando l'accelerazione imposta al prototipo indossato dall'ospite
- rilevando il movimento dell'ospite all'interno di un reparto, permettendo così di risalire allo stato dinamico nel quale si trova: fermo, in movimento, sdraiato, alzato, seduto sulla sedia, caduta accidentale.

La rilevazione dell'accelerazione viene misurata su due assi (asse x e asse y) mediante un accelerometro posto all'interno del prototipo. Il valore di accelerazione è trasmesso in radiofrequenza (RF) ed è visibile in tempo reale sul monitor di un PC dedicato e posizionato al centro della telemetria di reparto. È possibile, infatti, grazie ad un apposito SW WSN, visualizzare l'andamento nel tempo dell'inclinazione angolare lungo i due assi subita dal paziente. La brusca variazione dell'andamento della accelerazione nel tempo origina un allarme di variazione della ortostasi.

Le rilevazioni dei movimenti del paziente vengono anch'esse inviate verso il PC remoto via radiofrequenza (wireless): un lampeggio del LED indica il trasferimento dei dati.

Il dato viene memorizzato su scheda di memoria all'interno del prototipo.

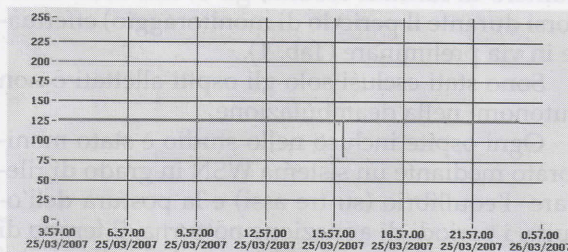


Grafico 1 - Movimento.

Se in "copertura di segnale", viene registrata una coppia di dati (x; y) formata dai seguenti elementi

- Linea (grafici 1-3): Asse y - %; Asse x - azioni di movimento con l'aiuto della rappresentazione delle accelerazioni nel tempo.
- Istogramma a barre verticali (grafici 7-9): Asse y - %; Asse x - azioni di moto (moto, riposo, supino-seduto).

Gli operatori sono perciò in grado di rilevare a monitor (Fig. 1):

- anagrafica paziente (serial number del prototipo indossato, cognome e nome dell'ospite, età e sesso)
- status batteria di alimentazione del prototipo: allarme di stato --> ON quando < 25%
- allarme caduta: allarme di stato --> ON nel caso di variazione brusca nella misurazione x/y degli accelerometri
- allarme fuga: allarme di stato --> ON quando fuori dalla copertura per 5 minuti consecutivi
- accelerazione nel tempo: rappresentazione grafica il cui andamento è rilevabile sui due assi x e y.
- report giornaliero delle presenze presentato sotto forma di istogramma all'interno delle diverse aree di socializzazione (stanza/sala comune/corridoio/bagno) e del tempo di regi-

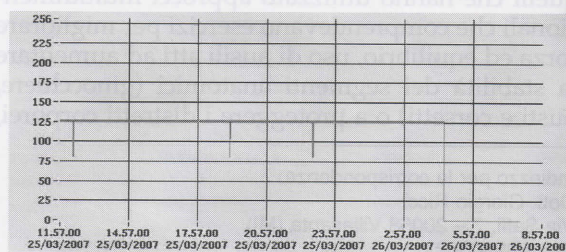


Grafico 2 - Movimento.

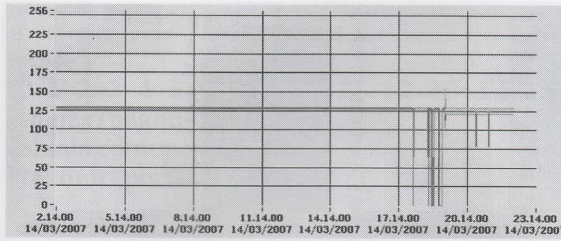


Grafico 3 - Movimento.

strazione in cui il paziente è stato al di fuori della portata della rete wireless di riferimento. Questi dati sono utili per la definizione delle caratteristiche comportamentali dell'ospite e facilitano la programmazione degli interventi assistenziali (grafici 4-6).

I segnali sono trasmessi da un trasduttore inserito in un involucro di poliuretano adattandolo alla natura anatomica della sede preposta, al fine di non causare irritazioni cutanee dirette o da compressione, applicato il più possibile vicino al baricentro corporeo vincolandolo alla cintura o inserendolo in una apposita sacca di tessuto. I parametri trasdotti sono registrati con l'ausilio di sensori micro-elettro-meccanici (MEMS) distribuiti rispettivamente nella stanza, nel nucleo e nel bagno, in modo da permettere il monitoraggio di movimento, posizione, oscillazioni corporee, stato di agitazione/irrequietezza ed eventuale caduta.

I segnali MEMS vengono trasdotti ad un desktop dotato di un software in grado di elaborare e di trasformare i segnali stessi in dati numerici e grafici consentendo di gestire le soglie di allarme programmate. L'archiviazione dei dati permette di stabilire il valore soglia di "fragilità" del soggetto a rischio, di elaborare statisticamente le

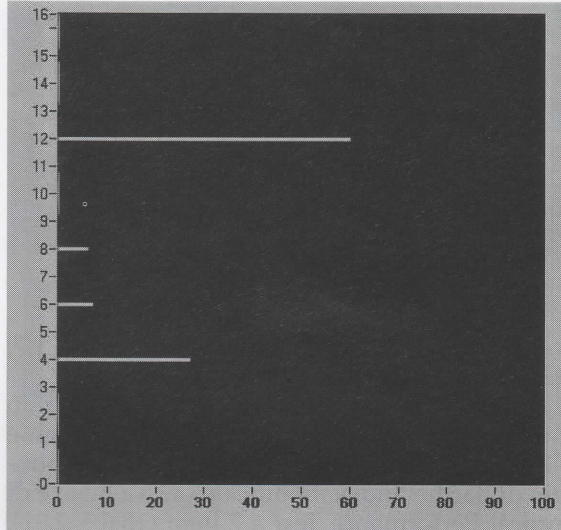


Grafico 4 - Socializzazione.

caratteristiche della caduta, di localizzare l'ospite in caso di fuga e di gestire con rapidità il soccorso e gli interventi del personale.

RISULTATI

Le caratteristiche dei soggetti presi in esame sono riassunte in Tab. 1.

Riassumendo si tratta di 10 soggetti (6 femmine) di età compresa fra 75 ed 88 anni (80.9 ± 3.54), con scolarità di 4.7 ± 1.49 anni, un elevato numero di patologie croniche (media = 5.8 ± 2.04 , range 2-9) ed un corrispondente elevato numero di farmaci assunti (5.7 ± 1.76).

I soggetti considerati sono stati monitorizzati in funzione dei disturbi di marcia ed equilibrio, scelta confermata dai bassi punteggi alla Scala di

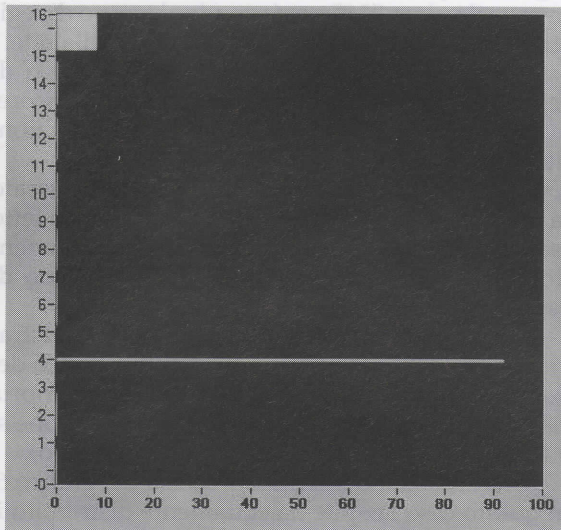


Grafico 5 - Socializzazione.

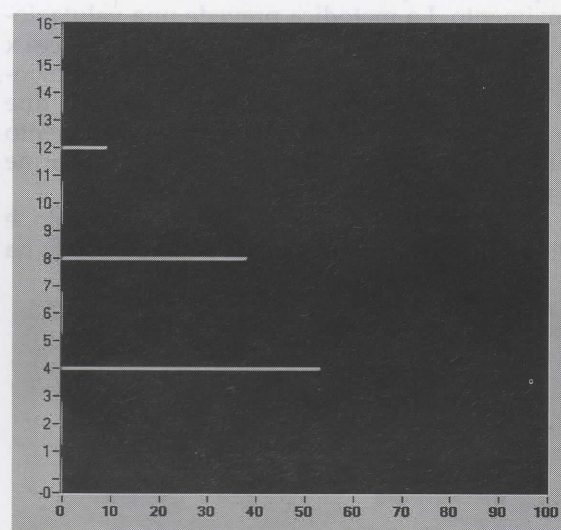


Grafico 6 - Socializzazione.

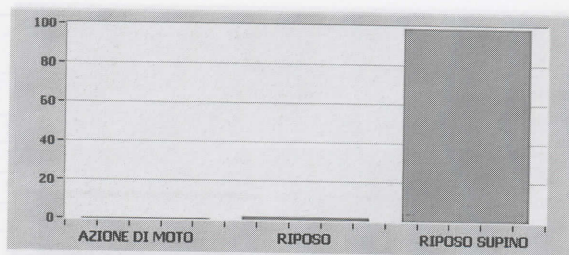


Grafico 7 - Azioni di moto.

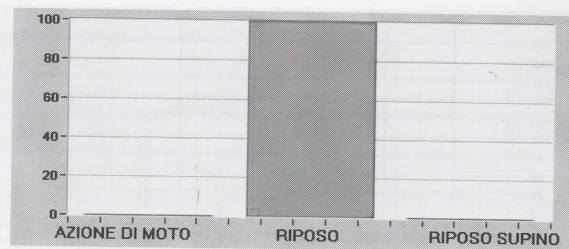


Grafico 8 - Azioni di moto.

Tinetti: andatura = 6.1 ± 0.73 ; equilibrio = 7.3 ± 1.7 ; totale = 13.4 ± 2.06 .

Tutti i soggetti mostravano un moderato "impairment" nelle attività di vita quotidiana e nelle performance fisiche valutate in base ai punteggi di Barthel Index modificato (69.5 ± 8.56) e di Physical Performance Test a 7 item (15.6 ± 2.91), performance cognitive normali o solo lievemente compromesse (MMSE = 22.72 ± 1.89 , range 20.4 - 26.4), sostanziale assenza di depressione (GDS = 3.2 ± 2.34 ; range 2 - 8) e scarsa rilevanza di disturbi psicocomportamentali (NPI totale = 6.1 ± 4.95 ; range = 0 - 12), caratterizzati soprattutto da apatia e da lievi disturbi del sonno.

Durante il periodo di monitoraggio è stata rilevata una sola caduta (soggetto n°4) peraltro senza alcuna conseguenza.

Trattandosi di una "case series" forniremo alcuni esempi della metodica a sottolineare l'utilità dello strumento tecnologico nella valutazione delle performance motorie (andatura ed equilibrio) e nella prevenzione delle cadute nei soggetti a rischio.

REPORT "MOVIMENTO"

La rappresentazione delle accelerazioni nel tempo, rende possibile riassumere le azioni di movimento. La metodica prevede una valutazione dell'accelerazione gravitazionale sui due assi x ed y, dove "x" rappresenta il tempo di registrazione ed "y" l'accelerazione gravitazionale sui due assi "x/y". La brusca variazione dell'andamento dell'accelerazione nel tempo origina un allarme di variazione della ortostasi.

Osservando i tre grafici portati ad esempio, è evidente come il grafico 1 indichi che l'ospite ha

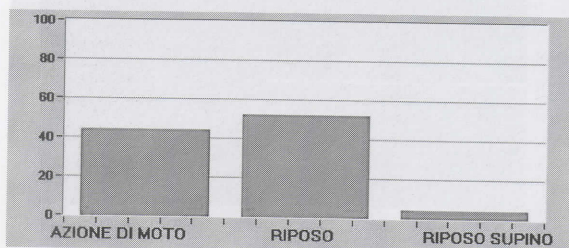


Grafico 9 - Azioni di moto.

un buon controllo del movimento per tutto l'arco della giornata campione; solo alle 16.00 circa è evidente un segnale di allarme legato alla perdita di equilibrio, prontamente compensata.

Il secondo ospite (Grafico 2) appare meno sicuro, dimostrando varie perdite di equilibrio durante l'arco della giornata ed una caduta nelle prime ore del mattino (ore 4.45 circa).

Il terzo ospite (Grafico 3) mostra invece una serie di episodi di grave perdita dell'equilibrio fra le 17.00 e le 20.15 peraltro senza conseguenze.

REPORT "SOCIALIZZAZIONE"

Come descritto sopra, è possibile creare un "Report di Socializzazione" per ciascun soggetto monitorato in base alla creazione di un istogramma che rappresenta il tempo di permanenza di un soggetto nelle diverse aree della struttura.

Di seguito sono rappresentati tre grafici (grafici 4-6) rappresentativi di tre ospiti sottoposti al monitoraggio.

Per comprendere meglio il significato delle linee che compaiono nel grafico (v. "legenda"), dobbiamo pensare che ad ogni numero presente sull'asse "y" corrisponde un sensore posizionato in stanza o in bagno (0_7 e 9_15), il sensore "8" registra le presenze nella sala comune del nucleo, mentre il valore "16" corrisponde al tempo di registrazione in cui l'ospite è fuori portata della rete.

L'asse "x" indica la percentuale di tempo di registrazione da parte di un determinato sensore.

È perciò semplice valutare le rappresentazioni dei grafici 4-6.

L'ospite rappresentato nel grafico 4 ha passato la maggior parte del suo tempo in camera da letto (sensori 4 e 12) o in bagno (sensore 6), permanendo in sala comune per circa il 7% del tempo di registrazione.

Nel grafico successivo (grafico 5), la registrazione indica che l'ospite è rimasto più del 90% del tempo di registrazione all'interno della propria camera e, per il restante tempo di registrazione si è allontanato dalla rete wireless (fuori campo).

Una situazione intermedia quella del grafico 6: in questo caso l'ospite ha equamente distribuito il suo tempo fra la sala comune (40% circa del tempo di registrazione) e la propria camera (60% circa).

Legenda

Asse y
 0-1-2-3-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15:
 stanza/bagno
 8. sala comune 1
 16: fuori portata

Asse x
 0-100%

REPORT "AZIONI DI MOTO"

È possibile classificare le azioni di moto del paziente durante la giornata mediante grafici ad istogramma delle azioni di moto del paziente, riassunte nei sotto-gruppi "moto", "riposo" e "riposo supino/seduto"; queste sono rappresentate in un grafico cartesiano dove l'asse "x" rappresenta le azioni di moto e sull'asse "y" vengono riportate le percentuali del tempo che l'ospite ha dedicato alle singole azioni di moto (grafici 7-9).

L'iconografia è precisa dal punto di vista quantitativo e semplice da interpretare: nel periodo di tempo registrato il primo ospite è prevalentemente rimasto supino (grafico 7), il secondo ha riposato restando fuori dal letto (grafico 8) ed il terzo ha svolto attività motoria ed ha riposato fuori dal letto per periodi di tempo equivalenti.

CONCLUSIONI

Il primo obiettivo di ogni ambiente terapeutico è assicurare che gli utenti non subiscano alcun

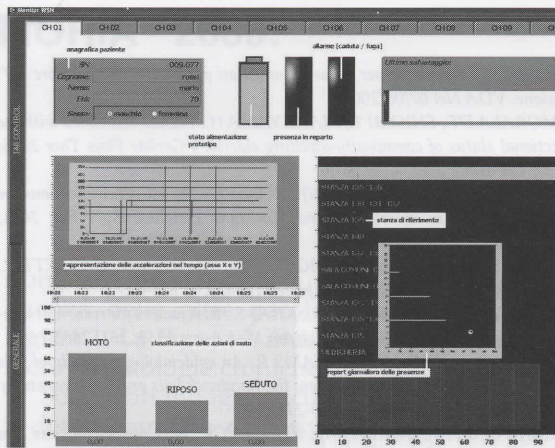


Fig. 1 - Attività di monitoraggio del sistema WSN.

danno. I soggetti anziani sono particolarmente vulnerabili alle cadute in conseguenza dei deficit cognitivi e funzionali; è perciò essenziale assicurare loro un monitoraggio continuo della stabilità durante il movimento e dei luoghi nei quali l'anziano istituzionalizzato si trova nell'arco della giornata al fine di adottare strategie efficaci nella prevenzione delle cadute, del "vagabondaggio" e dei danni ad essi correlati.

In questo senso l'utilizzo di sensori micro-elettromeccanici (MEMS) ci sembra uno strumento utile allo scopo, vista la semplicità di utilizzo, la precisione nel riconoscere disturbi della marcia, nel localizzare il soggetto all'interno della struttura e nel valutare le attività in atto momento per momento.

RISULTATI

Sono stati valutati i dati di accelerazione e di posizione...
 Capitolo 7: Risultati
 L'età media del campione è di 84,5 anni (range 75-95 anni).
 L'età media del campione è di 10,8 anni (range 3-18 anni).

Per informazioni e richieste:
 Dr. Silvio Costantini
 Divisione di Geriatria, Ospedale "Poma"
 Via Sallustiana, 2 - 47900 Parma
 Tel. 0541/705111

BIBLIOGRAFIA

1. ISTAT: 100 Statistiche per il Paese; indicatori per conoscere e valutare - I^a edizione. VDA Net 07/05/2008.
2. MORALA DT, SHIOMI T, MARUYAMA H.: Factors associated with the functional status of community-dwelling elderly. *J Geriatr Phys Ther* 2006; 29(3): 101-106.
3. GILLESPIE LD., GILLESPIE WJ., ROBERTSON MC.: Interventions for preventing falls in elderly persons. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; CD000340.
4. TINETTI ME., BAKER DL., MCAVAY G., CLAUS EB., GARRETT P., GOTTSCHALK M. et al.: *N Engl J Med* 1994; 331: 821-827.
5. NEVITT MC., CUMMINGS SR., KIDD S.: Risk factors for recurrent non-syncope falls. A prospective study. *J Am Med Assoc* 1989; 261: 2663-2668.
6. LORD SR., WARD JA., WILLIAMS P.: An epidemiological study of falls in older community-dwelling women: the Randwick falls and fractures study. *Aust J Public Health* 1993; 17: 240-245.
7. CAMPBELL AJ., BORRIE MJ., SPEARS GF.: Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol* 1989; 44: M112-M117.
8. GRAAFMANS WC., OOMS ME., HOFSTEE HMA.: Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol* 1996; 143: 1129-1136.
9. TROMP A., PLUIJM S., SMIT J.: Fall-risk screening test: a prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly. *J Clin Epidemiol* 2001; 54: 837-844.
10. CAPEZUTI E., STRUMPF NE., EVANS LK.: Relationship between physical restraints removal and falls and injuries nursing home residents. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1998; 53: M47-M52.
11. DOLINIS J., HARRISON JE., ANDREWS GR.: Factors associated with falling in older Adelaide residents. *Aust J Public Health* 1997; 21: 462-468.
12. RUBENSTEIN LZ., JOSEPHSON KR., OSTERWEIL D.: Falls and falls prevention in the nursing home. *Clin Geriatr Med* 1996; 12: 881-892.
13. THAPA PB., BROCKMAN KG., GIDEON P.: Injurious falls in nonambulatory nursing homes residents: a comparative study of circumstances, incidence and risk factors. *J Am Geriatr Soc* 1996; 44: 273-278.
14. LUUKINEN H., KOSHKI K., LAIPPAL P.: Risk factors associated with falls in the elderly in long-term institutional care. *Public Health* 1995; 109: 57-65.
15. MYERS AH., BAKER SP., VAN NATTA ML.: Risk factors associated with falls and injuries among elderly institutionalized persons. *Am J Epidemiol* 1991; 133: 1179-1190.
16. KIELY DK., KIEL DP., BURROWS AB.: Identifying nursing home residents at risk for falling. *J Am Geriatr Soc* 1998; 46: 551-556.
17. RAY WA., TAYLOR JA., MEADOR KG.: A randomized trial of a consultation service to reduce falls in nursing homes. *J Am Med Assoc* 1997; 278: 557-562.
18. BECKER C., KRON M., LINDEMANN U.: Effectiveness of a multifaceted intervention on falls in nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 306-313.
19. JENSEN J., LUNDIN-OLSSON L., NYBERG L.: Fall and injury prevention in older people living in residential care facilities. A cluster randomized trial. *Ann Intern Med* 2002; 136: 733-741.
20. LAURITZEN JB., PETERSEN MM., LUND B.: Effect of external hip protectors on hip fractures. *Lancet* 1993; 341: 11-13.
21. MAHONEY FL., BARTHEL D.: Functional evaluation: the Barthel Index. *Maryland Med J* 1965; 14: 56-61.
22. REUBEN DB., SIU AL.: An objective measure of physical function of elderly outpatients: the Physical Performance Test. *J Am Geriatr Soc* 1990; 38:1105-1112.
23. FOLSTEIN ME, FOLSTEIN SE., MCHUGH PR.: Mini Mental State. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975; 12: 189-198.
24. BRINK TL., YESAVAGE JA., LUM O., HEERSEMA P., ADEY MB., ROSE TL.: Screening tests for geriatric depression. *Clinical Gerontologist* 1982; 1: 37-44.
25. CUMMINGS JL., MEGA M.: The Neuropsychiatric Inventory: comprehensive assessment of psychopathology in dementia. *Neurology* 1994; 44: 2308-2314.

REPORT "MOVIMENTO"

La rappresentazione delle accelerazioni nel tempo, rende possibile riassumere le azioni di movimento. La metrica prevede una valutazione dell'accelerazione e l'angolo di inclinazione ed y (mm) x rappresenta il tempo di registrazione ed y l'accelerazione in g. La brusca variazione dell'angolo di inclinazione nel tempo origina un allarme di variazione della civiltà.

Osservando i tre grafici portati ad esempio, è evidente come il grafico 3 (malati che l'ospite ha



Grafico 9 - Azioni di movimento

CONCLUSIONI
Il primo obiettivo di ogni indagine di ricerca è quello di rispondere alle domande che si pongono nel campo della ricerca. In questo caso, il primo obiettivo è quello di rispondere alle domande che si pongono nel campo della ricerca.

Il secondo obiettivo è quello di rispondere alle domande che si pongono nel campo della ricerca. In questo caso, il secondo obiettivo è quello di rispondere alle domande che si pongono nel campo della ricerca.

Il terzo obiettivo è quello di rispondere alle domande che si pongono nel campo della ricerca. In questo caso, il terzo obiettivo è quello di rispondere alle domande che si pongono nel campo della ricerca.

Il quarto obiettivo è quello di rispondere alle domande che si pongono nel campo della ricerca. In questo caso, il quarto obiettivo è quello di rispondere alle domande che si pongono nel campo della ricerca.