



高反発および低反発のマットレスパッドが高齢被験者の睡眠と睡眠に関連する生理学に及ぼす影響の評価



千葉伸太郎^{1,4}、八木朝子²、小曽根基裕^{3,4}、サトウ シンイチ（佐藤 紳一）⁴、サトウ マサトシ⁴、ニシノ セイジ（西野精治）⁴

- 1 東京慈恵会医科大学耳鼻咽喉科学講座（日本）
- 2 太田睡眠科学センター（日本）
- 3 東京慈恵会医科大学精神医学講座（日本）
- 4 スタンフォード大学医学部 スタンフォード睡眠研究所（米国）

緒言

不快な睡眠環境は、睡眠の質に悪影響を及ぼすが、最適な睡眠環境を選択することによって睡眠の質を高めることは、十分な注目を集めてこなかった。寝具類についても同様であり、寝具類が睡眠と睡眠に付随する現象に及ぼす影響に関わる科学的評価はほとんど行われていない。

我々は SLEEP 2013 会議において、通気性のある構造の高反発 [HR] マットレス、エアウィーヴTMが、健康な若い男性の夜間睡眠の初期段階で低反発 [LR] マットレスパッドよりも効果的な熱損失を誘発する（すなわち深部体温のより大きな低下を誘発する）こと、ならびに低反発 [LR] 圧力吸収型マットレスと比べて深睡眠の向上が見られたことを報告した（図 2）。

特に高齢被験者の場合、就寝時の体温の調節異常が、睡眠の発生または質を阻害すると考えられてきた。したがって本研究では、HR マットレスが高齢被験者の睡眠と睡眠に関連する生理学に及ぼす影響を評価した。

材料および研究方法

研究は、1 ～ 2 日の間隔をあけた睡眠研究施設（太田睡眠科学センター）での終夜 PSG（23:00 開始）による無作為化クロスオーバー単盲検設計を適用し、健康な 20 人の男性において実施した（図 1）。マットレスパッドは、研究施設に備え付けの通常のベッドに配置させた（図 1、挿入図）。被験者は医学ボランティア募集会社（東京の株式会社 SOUKEN）を通じて募集し、まず、睡眠障害、概日リズム障害、アレルギー性鼻炎のない 30 人の被験者を選定した。次にピッツバーグ睡眠質問票スコア（PSQI）の低い被験者に制御環境下での終夜 PSG を実施して、3% 酸素飽和度低下指数（ODI）が 15 未満、呼吸障害指数（RDI）が 15 未満の 20 人の被験者を最終的に選定した。20 人の被験者は平均年齢が 61.2±3.2（標準偏差）歳、身長が 169.2±5.8cm、体重が 61.6±5.4kg、BMI が 21.6±2.0、PSQI が 5.8±3.5、3%ODI が 7.5±4.1、RDI が 6.8±3.8 であった。（23:00 から 7:00 の）PSG のほかに、睡眠中の寝返りの回数、自律神経活動（心電図における心拍数の変動によってモニタリング）、深部直腸温、尿中成長ホルモン（GH）のレベル（被験者の起床時に尿を採取し評価）についても評価した。EEG デルタ波パワー値は、MemCalc/SyUn（東京の株式会社ジー・エム・エス）を用いて計算した。また、翌朝、視覚的アナログ尺度（VAS）（良好な睡眠／気分の優れ [VAS-S] および機能 [VAS-P]）とスタンフォード眠気尺度（SSS）を使用して主観的な睡眠評価を行うとともに、精神運動機能試験（PVT）を用いた機能評価も実施した。すべての被験者には使用するマットレスについての情報を伏せ、対応のある t 検定によって（HR と LR の間の）影響の有意性を評価した。ただし、直腸温モニタリングへの影響については、群化要因（マットレスの種類）に対する反復測定分散分析を適用した。本試験は太田睡眠科学センターの治験審査委員会（IRB）によって承認され、すべての被験者からインフォームドコンセントを取得している。

結果

- ・若い被験者の実験の結果と同様に、高齢被験者でも、HR を用いたケースの方が深部体温の低下が大きく、一方、LR の場合の深部体温の低下は少なくかつ短時間しか持続せず、さらに 23:00 から 1:00 の時間帯では HR のケースよりも 0.05 ～ 0.1℃高かった。若い被験者を対象とした前回の研究では、HR で、23:00 から 2:00 の時間帯において睡眠段階 4 の睡眠に有意な増加が確認された。本研究の高齢被験者では、この時間帯の SWS（徐波睡眠）量が少なかった（HR：14.3 分（睡眠段階 3）、1.1 分（睡眠段階 4）、LR：14.7 分（睡眠段階 3）、0.5 分（睡眠段階 4））。だが、LR の場合と比較して、HR を用いた場合の、23:00 から 1:00 の時間帯の EEG デルタ波パワー値には、LR の場合と比べて有意な増加（+17%）が認められた。
- ・HR (6.7±3.0 分)とLR (7.1±3.4 分)のいずれを用いた場合も、被験者の入眠は早かった。また、LR では入眠が困難である被験者 (SL (入眠潜時)が 8 分超)には、HR を用いた場合により短時間で入眠する傾向があり、一方、HR では入眠が困難である被験者 (SL が 8 分超)の場合は、LR を用いても入眠までの時間は短くならないことが確認された。

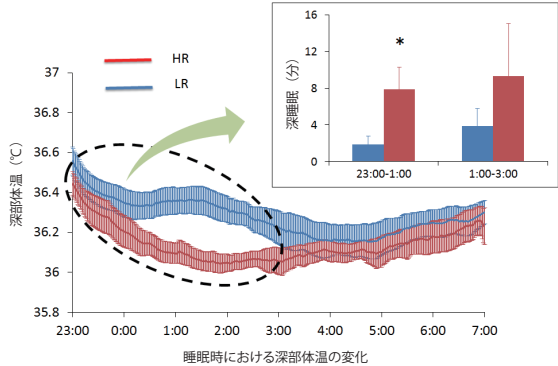


図 2 若い男性被験者での HR および LR による睡眠時の深部体温の変化。HR では、睡眠時間の最初の半において、より大きく、より長い時間にわたって持続する深部体温の低下が認められた。この間、HR ではより多量の深睡眠（睡眠段階 4）が確認されている（右上図）。

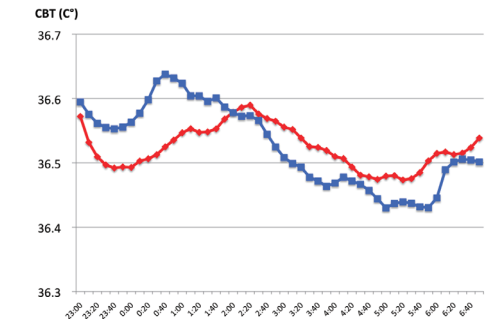


図 3 高齢男性被験者での HR および LR による睡眠時の深部体温の変化。若い男性被験者の場合（図 2）と同様に、高齢被験者でも HR を用いた場合は睡眠の初期段階において直腸温のより大きな低下が確認された（マットレスの種類については p<0.05、マットレスの種類 × 時間については p=0.42、群化要因に対する反復測定分散分析）。

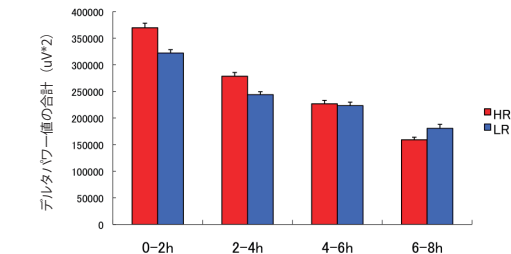


図 4 EEG デルタ波パワー値の夜間全体での変化。HR では、睡眠の初期段階（入眠から 0 ～ 4 時間）で確認されたデルタ波パワー値が有意に大きかった（マットレスの種類については p<0.0001、マットレスの種類 × 時間については p=0.11、群化要因に対する反復測定分散分析）。

	SPT	TST	SL	REM 潜時	SE (TST/SPT)	睡眠段階 1 の割合 (%) (SPT)	睡眠段階 2 の割合 (%) (SPT)	睡眠段階 3,4 の割合 (%) (SPT)	睡眠段階 REM の割合 (%) (SPT)
HR	459.58±10.10	382.30±18.84	6.73±3.00	83.53±16.72	82.99±3.34	21.29±2.78	52.75±2.72	4.07±1.31	21.92±2.00
LR	462.50±11.68	389.64±22.49	7.05±3.36	95.28±17.12	83.56±3.89	21.78±3.06	53.32±2.24	3.68±1.31	21.22±2.25
p-value	0.79	0.73	0.92	0.49	0.88	0.88	0.82	0.76	0.74

	VASS	寛解段階の割合 (%) (SPT)	睡眠段階 1 の割合 (%) (SPT)	睡眠段階 2 の割合 (%) (SPT)	睡眠段階 3,4 の割合 (%) (SPT)	睡眠段階 REM の割合 (%) (SPT)	寛解指数	睡眠時の覚醒度	覚醒後の覚醒時間 (秒)
HR	79.64±3.93	20.50±4.68	17.30±2.12	49.04±8.10	3.27±1.01	18.38±1.96	10.94±1.96	6.80±1.86	52.48±10.00
LR	81.17±4.68	19.44±6.26	17.58±2.17	44.60±2.94	3.06±1.00	18.33±2.34	10.44±2.04	6.68±1.70	52.26±15.75
p-value	0.72	0.85	0.90	0.47	0.84	0.98	0.80	0.83	0.99

	VASS	SSS	VASP	SSS2	VASP2	GH	LFHF
HR	6.72±0.72	2.45±0.28	6.70±0.68	1.70±0.21	8.17±0.45	5.91±1.14	4.54±1.02
LR	7.02±0.73	2.50±0.18	6.84±0.51	1.75±0.20	8.05±0.43	7.48±1.70	4.11±0.85
p-value	0.68	0.86	0.82	0.81	0.79	0.25	0.33

	PVT 平均 RT	PVT 中間 RT	PVT 最小 RT	PVT 最大 RT	経過 (RT-500ms)
HR	239.6±4.5	180.5±2.9	670.4±48.9	2.00±0.38	
LR	258.6±4.3	239.5±3.9	185.9±2.7	703.0±68.1	1.95±0.40
p-value	0.90	0.77	0.18	0.71	0.93

総睡眠時間 (TST)
SL (入眠潜時)
SE (睡眠効率)
VASS (良好な睡眠に関する視覚的アナログ尺度)
VASP (機能に関する視覚的アナログ尺度)

SSS (スタンフォード眠気尺度)
GH (成長ホルモン)
LF/HF (心拍数変動の低周波/高周波比)
PVT (精神運動機能試験)
RT (保持時間)

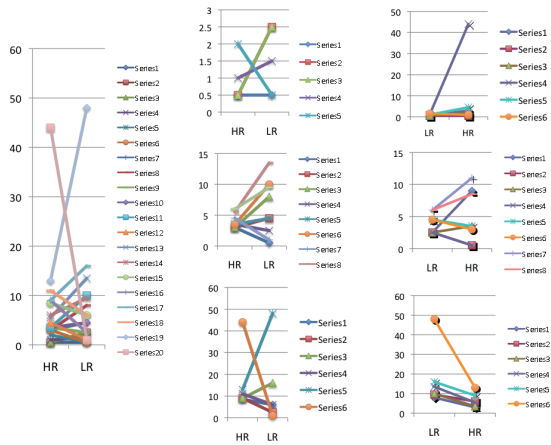


図 5 HR と LR での入眠潜時 (SL)。SL に基づき、被験者を 3 グループに分割した（左側の並びの上から順に 短 SL (3 分未満)、中 SL (3 分以上 8 分以下)、長 SL (8 分超)）。LR で入眠が困難である被験者 (SL が 8 分超) (左列下) では HR を用いた場合に、より短時間で入眠する傾向があり、一方、HR を用いた場合に入眠が困難である被験者 (SL が 8 分超) では、LR を用いても SL は短くならなかった（中央下）。

結論

- ・我々は、二種類のマットレス、すなわち高反発と低反発のマットレスが睡眠や睡眠に関わる生理学的パラメータに有意に異なる影響を及ぼすことを確認した。若い被験者で認められた HR の主要な影響（すなわちデルタ睡眠の向上に関連する深部体温の大きな低下）が高齢被験者でも再び確認されており、このことから、HR を用いた場合、ベッドにいる間に効果的な熱損失が起こっており、この熱損失がより質の高い睡眠を誘発すると考えられる。
- ・また本研究の試験結果は、通常のマットレスを使用した場合に入眠が困難な高齢患者に対して、HR マットレスパッドが睡眠を誘発する助けとなることを示している。