不眠と疲労

大島正光*

三輪美津*

睡眠が疲労の回復のうえに、きわめて重要なものであることは、日常生活のうえにおいても経験されるところである。従って睡眠が阻害された場合には、疲労の回復もまた、障害をうけるであろうことが推定される。近代産業において、24時間操業が増加しつつあることは例をあげる必要もないくらいである。不眠の場合に生体がどのような影響をうけるかについては、いままでに、各研究者の研究報告がある。即ち、松行は62時間不眠実験を、兼子らは90時間不眠、大谷らは88~113時間不眠を、七楽は24時間不眠、犬については7日間不眠、Patrick は90時間、Robinson は90時間、Edwards は100時間不眠実験を行なっている。しかしながら、このように長い不眠実験は、実際の場合におこることは少なく、実際には8時間の睡眠が短縮される程度の不眠の場合が多い。そこで、ここでは、その程度の不眠が疲労とどのような関連をもっているかを実験的に検討して見た結果を中心として述べて見たいと思う。

実際の産業界における調査結果の中から、不眠の場合における Flicker value の調査を示すと、第1例は Fig. 1 に示したように、事務作業員がたまたま火曜日の夜、お通夜で徹夜をした場合の翌日の Flicker value の経過を見ると、朝8時の Flicker value が非常に低

Fig. 1 One case of Flicker value after all night work office girl (20 years old)

* 航空医学実験隊

下していることがわかる。この低下も午後にはもとに戻っている。第2例は製油作業者の例であるが、3交替3日交替の場合の Flicker value の経過曲線であるが、この場合に I shift (日勤)、II shift (宵勤)の場合と比較して、III shift (深夜勤)の場合が非常に低下がひどくなっており、しかもその低下の度合いが逐日的に増大していることが示されている。この二つの例を見ても、不眠の伴なう深夜作業においては、機能の低下をおこすものであることが考えられる。(Fig. 2)

Fig. 2 One case of daily variation of Flicker value

このような不眠と Flicker value の関係をみると、産業における夜間作業においては、「不眠」とその時期における「作業」という二つの事実を考えることが必要であるように思われる。いま種々の勤務制の場合における朝の Flicker value を休日の翌日の朝の Flicker value を100%としてみると、Tab. 1 のようである。これによってみても、勤務のあった翌日、その勤務が日勤の場合よりも夜勤の場合の方が、しかもその夜勤は宵勤をも含んだ場合の方が、また日勤と宵勤とを含んだ方が、Flicker value の低下は大きいことがわかる。以上はいずれも Flicker value についての調査結果であるが、人体の機能が只単に作業という負荷にのみ依存せず人体の機能の変動の特性の一つである24時間を1周期とする活動期と休息期の時期を経なければならないこと、それに伴って生ずる時刻的な生理的な波動があることを考慮すると、上述のような朝という同じ時間における測定値に、不眠の長さによる相違があることを考慮すると、Flicker value の変動も、昼夜にわたる生理的な波

Table 1 Flicker Value at the Morning after Various Shifts

No.	Duty Work	Vacation	Day-shift	Night-shift (22~8)	Night-shift (16~8)	Day-& Night-shift (8~8)	Investigator
		%	%	%	%	%	
1	Crane-worker	100	-2.5			-10.5	Oshima
2	Subway-driver		100		-10.2		"
3	Goalter	100				-13.8	Kuroe
4	Experiment		100	-14.2			Oshima
5	Water-official		100		-8.0		"

動を基礎において考えなければならないことを示していることになる。

いま5名の被検者について夜間の睡眠時間を0, 2, 4, 6, 8時間に変化させ、その前後の種々の機能の変動を見た成績について、上述の実際作業についての結果をはっきりさせるために行なった実験成績を見ると、つぎのようである。この場合の睡眠は就寝時刻をすべて22:00にあわせた。なお、この場合の起床後の機能の追跡は夕刻まで行なった。いま、舌下温が種々の睡眠時間の後の朝9時に、どのような変化をきたすかを見ると、Tab.2のようである。これを見ると、睡眠時間の長さによる変

Table 2 Sublingual Temperature (°C) at 9 O'clock (Difference to last day)

Sleep.hrs	Subjects					Total	Average
	Kaw	M	H	Y	Kam		
0	0	+0.38	+0.22	-0.18	0	+0.42	+0.08
2	-0.02	+0.06	+0.15	+0.08	-0.10	+0.17	+0.03
4	-0.20	+0.37	-0.08	-0.13	-0.30	-0.34	-0.07
6	+0.04	+0.24	-0.08	+0.32	+0.40	+0.92	+0.18
8	+0.20	-0.37	-0.50	+0.26	0	-0.41	-0.08

化はあまりはっきり出ていないように見える。しかし0~4時間睡眠では、前日の9時の舌下温と比較すると、不眠の程度がひどいほど、朝の舌下温の上昇が大きいことを示していると見ることができる。他の機能をも含めて、種々の朝の機能の水準の評価をすると Tab.3 のようである。つぎに朝の Flicker value のその後の経過がどうなるかを見ると、Fig. 3 のようである。これは他の実験系列の一部であるが、朝9時の Flicker value は8時間睡眠の場合は、6時間、4時間睡眠の場合よりも低い、8時間睡眠の場合には上昇して、11時の Flicker value は、睡眠時間の長いほど高いといえることができる。とくに徹夜の場合には、9時の値が低い、その後は低い値を保ちながら経過していることがわかる。

Table 3 Ranking at 8:00 to 10:00 after Various Duration of Sleep

Sleep.hrs	Item	Pulse rate	Flicker value	Sublingual temp.	Drozziness	Total
0	0	5	4	1	5	15
2	2	4	3	4	4	15
4	4	3	2	3	3	15
6	6	2	1	2	2	9
8	8	1	1	1	1	6

Fig. 3 Flicker value after various duration of sleep (Oshima)

従がって睡眠時間が長い場合には、たとえ一時的には値が低くても、ある時刻にはそれがたちなおることができることを示している。即ち睡眠不足ということは、ただそのときだけの影響にとどまらず、それが翌日の昼間の状態に影響をおよぼしていることがわかる。これを疲労の立場から考慮するならば、活動期における生体のうけた歪は、つぎの休息期の休息、即ち睡眠を完全にとらないことによって、もとに戻らず、翌日にもちこされて、つぎの日の活動期における歪をより大きくしてゆくという形で疲労の蓄積をひきおこしてゆくものであると考えることができる。このように機能の低下が見られるが、その機能の低下の意味するものは何であるかを見るために、その一つとして食餌をとった場合の舌下温の上昇がどうなるかを見ると、Tab. 4 のようである。Tab. 4 は、昼食、夕食をとったときの舌下温の上昇を示したものである。これを見ると、一般に睡眠時間が短い場合には、食事性舌下温上昇が少なく、睡眠時間が長い場合には、食事性舌下温上昇が大きいことを示している。ただ6時間睡眠と8時間睡眠とを比較すると、後者の方が睡眠時間が少ないときの変化に近づいているようである。このような食事性舌下温上昇は、人体に新陳代謝上の刺激が

Table 4 Dietetic Ascending of Sublingual Temperature

		Subjects					Total	Average
		Kaw	M	H	Y	Kam		
Dinner	0	+0.04	+0.08	+0.15	+0.65	-0.20	+0.72	+0.14
	2	+0.10	+0.32	-0.10	+0.40	-0.30	+0.22	+0.04
	4	+0.15	+0.45	+0.24	+0.47	-0.25	+1.06	+0.21
	6	+0.12	+0.61	+0.47	+0.22	+0.12	+1.54	+0.31
	8	+0.14	+0.73	-0.02	+0.52	-0.20	+1.17	+0.23
Supper	0	+0.18	-0.30	+0.22	+0.17	-0.05	+0.22	+0.04
	2	-0.28	+0.68	+0.30	+0.22	+0.35	+1.27	+0.25
	4	-0.28	+0.52	+0.65	+0.58	+0.10	+1.57	+0.31
	6	+0.64	+0.18	+0.52	+0.07	+0.40	+1.81	+0.36
	8	+0.12	+0.29	0	+0.55	+0.20	+1.16	+0.23

与えられた場合の反応であって、機能の低下ともあわせ考えると、生命力の水準を示すもので、上昇の大きいほど生命力の強いことを示しているものと見ることができる。つぎに他の機能の21時における睡眠時間別の比較をして見ると、Tab.5 のようである。これによって見ても、種々の機能について、睡眠時間の少ないほど機能の

Table 5 Differences of Various Functions at 21 O'clock (Average value of 5 subjects)

Sleeping hrs	Flicker value	Pulse rate	Subling. temp.	Knee reflex	Blood pressure		Dietetic ascending of subling. temperature	
					Max.	Min.	Supper	Dinner
	cps	/min	°C	°	mmHg	mmHg		
0	-3.4	-2	+0.42	-1.5	0	+2	+0.04	+0.14
2	-2.7	-4	+0.17	-1.5	-5	-3	+0.25	+0.04
4	-2.4	-2	-0.34	-1.0	+3	+6	+0.31	+0.21
6	-1.4	-2	+0.92	+1.0	+10	+8	+0.36	+0.31
8	-2.2	-2	-0.41	-0.5	+4	0	+0.23	+0.23

低下が大きいことがわかる。

以上を総合すると不眠時の変化の特徴としては、つぎのようにまとめることができる。

Table. 6 不眠時の変化の特徴

1. 不眠時にはその翌朝の機能の上昇が見られず機能の低下が夕刻まで続いている。
2. 機能の低下は static な状態の低下にとどまらず、食事性の舌下温上昇の程度が少ないように、新陳代謝の低下をも示している。
3. 主観的には翌日に「ねむけ」を催させ、半睡眠状態あるいは準睡眠状態を示している。
4. このような状態は充分の活動もできず、しかも充分の睡眠も得られないような中途半端な状態である。
5. このような状態はいわば疲労状態と見ることができ、疲労が翌日にもちこされた形と見ることができる。

このような不眠時の特徴は、昼夜の生理的波動とあわせ考えると、人間のもつ特徴の一つである24時間を1周期とする生理的波動に、不眠という現象が影響をおよぼし、昼間の機能亢進期—夜間の機能低下期の交替轉換の不全をきたしてくると見ることができる。即ち

——昼間————夜間————昼間………
 —機能亢進期—機能低下期—不完全な機能亢進期…
 ↑
 不眠

ということになる。そしてこの不完全な機能亢進期は前にも述べたように、半睡眠状態であり、疲労状態であるために、完全な作業能力を発揮することのできない状態であると見ることができる。しかも筆者が別の論文でも示したように、このような状態では、睡眠も完全にとり得ない状態であって、そういう点ではきわめてあつかいにくい状態であるということが出来る。我々としてはこのような中途半端な状態を招かないようにすることが重要であって、不眠がもたらすものは有害であり、しかもそれが不眠の時間よりも長い時間影響を及ぼしていることを認識する必要がある。

(文 献)

- 1) 大島正光：“睡眠”續文堂書店、1957
- 2) 大島正光：深夜業と睡眠、労働の科学、9(7)、p.1~9 1954
- 3) 大島正光：昼と夜、その労働生理学的見解、労働の科学、11(3)、pp. 123~157、1956
- 4) Oshima, M. et al: The Fluctuation of the human Functions by the Sleep and Awakeness in the Night, Reports of the Institute for Science of Labour, No. 49, pp 8~12, 1956
- 5) Oshima, M. et al: the Curve of the Depth of Sleep, Reports of the Institute for Science of Labour, No. 48, pp 1~4, 1955
- 6) 田多井吉之介：睡眠と日内変動、公衆衛生 18(4)、pp. 21~35、1955
- 7) Oshima, M. et al: The experimental Studies on the Comparison of Sleep at Night- and Daytime. No. 51, pp. 38~44, 1957
- 8) Oshima M. et al: Studies on the Sleep, past 4 Daily Variations in the Responses to the Stress Test, Reports of the Institute for Science of Labour, No. 48, pp. 10~13, 1955

INSUFFICIENT SLEEP AND FATIGUE

The Aero Medical Experimental Group

Masamitsu OSHIMA and Mitsu MIWA

There are usually many experiences that the sleep is very important to recover the fatigue. In recent times, various industries are developing more and more which maintain 24 hours operation. As a result, workers having more chances to work at night.

The investigation about the relation between fatigue and the insufficient sleep was experimentally designed. The flicker test was done on office work and the flicker value was found to be declined in the next morning after all-night working. In a petroleum manufacturing factory, the flicker value declined most severely at work of nightshift, in comparison with day-shift and evening-shift, and the decline of flicker value became more severe day by day. These facts mean that the insufficient sleep influences the brain functions making to decline its the level. And the variations of flicker value by insufficient sleep should be considered on the basis of physiological diurnal fluctuation of functions, that is to say 24 hours rhythm.

The investigation was planned as follows (1) subjects: 5 students, (2) duration of sleep: 2, 4, 6, and 8 hours, (3) time to go to bed: 22:00 o'clock, (4) functions tested: sublingual tem-

perature, pulse rate, flicker value, and subjective drowsiness, (5) follow up after awake until evening.

Ranking of the levels of function at 8:00 to 10:00 o'clock after various duration of sleep showed that after 0 or 2 hours' sleep the level is lower compared with 4, 6, or 8 hours' sleep and that the ascending of the sublingual temperature after meal is higher with sufficient sleep.

Further results could be summarized as follows:

(1) With insufficient sleep, ascending of functions in the next morning is disturbed, and descending of functions continues until next evening.

(2) If dietetic descending of sublingual temperature is detectable, it means descending of replacement.

(3) Subjective drowsiness on the next day means the semisleeping condition.

(4) This semisleeping condition is a situation of insufficient efficiency and sleeping.

(5) This situation is fatigue that is carried over to the next day. This condition means of insufficient changing of the higher level of functions at daytime to the lower at night.

〔討 議〕

座長 橋本 邦衛

戸 田(日本鋼管)：この報告の不眠とは、そのあいだ、普通の労働をさせるのか、それとも、ただ目を開けさせておいたのか。

大 島：(航空医学実験隊)：そのあいだ、実験のデータの整理をさせた。大体、精神作業である。

戸 田：これは夜の睡眠時間がこうであった場合のものだが、もし夜勤者で昼間の睡眠時間がこのような配分のときにはどうなるか。

大 島：昼間の睡眠の場合にも、同様に2時間、4時間6時間のスケジュールで、実験をした。結果について、徹夜をしたあとで、2時間、4時間、6時間、の値について、舌下温をみると、朝9時ごろ顔を洗い、軽い食事をするということで、それまで機能が低下していたのがこのあととは上がっている。ただ、ここで、長く寝た場合に機能がむしろ下の方を低迷しておる。これは寝すぎるということが、必ずしも良い結果をもたらさないことを示すものかと考える。また Flicker 値は、大体、4時、5時ごろは低くて、2時間の睡眠後、4時間睡眠後6時間の睡眠後と比較すると、長くねたから機能が上がっているかという、必ずしもそうではない。夕食時には機能が低下している。ピークは16時ごろである。事務作業で夕方になると張り切るというタイプがあるが、これはそういうものを示しておるのではないかと思う。また、血圧で6時間睡眠の場合を見ると、夜長くねることが必ずしも状態をよくするものではない。極端に言えば、昼長くねるよりも、我慢しておいて夜ねる方が良いのではないか。つぎにねむけの感じについてみると、2時間、4時間、6時間のひるねの差は、ねむけの上にはほとんど出てきていない。最低血圧や脈搏数についてみても、非常に高まる場合と、高まらない場合と、いろいろな形があるが、昼の睡眠の場合は、夜間の睡眠とは異なった経過を示す。これは斎藤氏も指摘するとおりである。結局、昼間と夜間とがズレた場合には、昼の活動的な時間にねむることは完全な睡眠を得られないので、変調された状態をきたすので、実際の睡眠効果からいっても、上がらない。そこで徹夜した翌日は、昼間2時間ねて、その晩に充分ねる方が、実際問題として有利であると思われるふしがある。

戸 田：實際上では、徹夜の翌日、昼間4時間眠れば一応良いようにみえるが、そういう状態を5日、6日と続ければどうということになるか。

大 島：私の実験経験からいえば、除々に生理的波動のズレの現象が出てくる。そういう形で適応してゆくのだと思う。

斎 藤：私は生体の機能の1日間の波動現象——たとえば「生体潮汐現象」の波が、夜勤者の昼間睡眠の場合に睡眠時間ごとに、その波動の振幅がどう変るかという面で、少し処理してみたことがある。それによると、昼間では、睡眠7時間未満の場合は、睡眠時間が長くなると、工場に出て来た場合の波動の振幅が大きい。ところがそれよりも非常に長く昼間睡眠をとった人は、工場に出勤してきた直後では低い水準にあるが、夜勤中の波動の波は相当高まっておる。長くねすぎた人が、どうしてそうなっているのか、少し細かく分析してみると、起きて工場に入門するまでの時間が、波が低い人では、30分未満である。長くねて工場の夜勤がはじまるギリギリまでねむっていて、起きてメシを食ってすぐ飛んできると起きてから、機能が盛りあがらないので、低いのではないだろうか。Flicker 値でもそういう傾向だと理解したがもしそうだとすれば、ねすぎることは効果がないというよりも、起きてからの時間がまだ充分にたっていないので、機能の盛りあがりが足りないのだ、遅れているのだと考えられる。

大 嶋：実際の生活に結びつけてみると、そういうことがある。夜間睡眠についてもやはり、そのことが推定される。その変化をみると、6時間、8時間の間に限界があって、8時間睡眠の場合には悪くなるような状態が認められる。これは被験者が大学の学生であるから、平素は7時間くらい睡眠している。それが人為的に8時間眠ったので、悪い結果をきたしたのではないかと、想像する。経験的にはそういうことがたしかにいわれるが、それがどういう状態かをつきとめることも重要である。

斎 藤：最近、労研で72時間、及び48時間の不眠実験を、労働心理、生化学協同して行なった。そのとき舌下温を計り、二、三の機能および代謝の1日間の波動を見た。食事の規制をして実験をした。その結果についてみると、尿の Na/K 比の水準が不眠期間中、次第に低下し、尿 Na/K 比の食事性変動が正規の曲線と逆の経過をとるようになっている。そして毎食後の排泄の水準は大体変わらないが、Na 排泄(毎分当り)が次第に少なくなっている。Na の体内貯留が不眠の場合にみられるようである。尿の Cl/Na 比については、比が上がる傾向にあるようで、全体として72時間の不眠になると水準が上がっている。すなわち Cl に対しても、K に対しても、Na の貯留が体内に起こっている。48時間の不眠を行なった

他の1例でも、2日目の徹夜になると、極端に尿 Na/K 比が低くなっている。これは非常にはっきり Na の尿排泄がへることによってそうなるが、Kの方は大した変動はない。つぎは1日おきの夜警に従事した1例で、一定量の朝食を毎日とらせ、食後の尿 Na/K 比を見ると、徹夜して夜警に従事した後では、朝食後の尿 Na/K 比が低くなっている。いいかえれば、相対的な Na 貯留という形が、不眠により出ている。体内の Na 貯留はストレスの場合にみられる現象で、副腎皮質機能亢進の状態が、不眠を課したばあいには想像される。

清長 美濃輔（八幡製鉄）：工場の昼夜交代制は、おおむね1週間交代でやっているが、この期間はもう少し長くした方がよいか、あるいは短かくした方がよいか。

大 島：その問題については、交代勤務についての国際的な考え方の差をも考えにいれなければならない。イギリスにおいては1月とか、3月とかいうように、長い交代勤務が実施されていて、短い交代制でも1週間ぐらいである。その短い方がよいか、長い方がよいかという議論がされている。日本では、1日交代が良いのか、1週間交代が良いかというスケールで議論されているのが多い。その相違は国民性そのものではなく、生活水準の相違ではないかと思う。それはイギリスでは、昼間完全にねることができる住宅を持っているが、日本はそういう事情にない。住宅事情あるいは栄養の水準の差を考えれば、日本では、疲労対策上からも交代勤務は短期に交代する制度をとるべきだと思う。

清 長：交代の時刻は何時ごろが適切か。

大 島：これは通勤の難易の条件を主体にして考えるべきであると思う。通勤上の制約によって区切をきめるのが合理的であろう。

清 長：つぎに連勤の場合、12時間、13時間と貯め寝をする。これは効果があるかどうか。

大 島：普通に生活している場合には、貯め寝は土曜から日曜にかけてやっている。これは1週間の疲労回復には効果があると思う。

清 長：昼と夜をとりかえた場合に、完全に条件をかえてしまっても、24時間の周期は残存するか。

大 島：われわれの実験例からみると、転倒の生活が1週間続くと、周期性はかなり消えるが、完全には消えない。現実的に、全然、昼と夜とを変えるという意識なしに、条件をつくるのに最もよいことは、地球の裏側に高速ジェット機で飛んで行った場合に生体機能はどうなるかということを追及することだと思う。そのような機会があったならば、この問題は、完全に解決できるであらう。

う。実験室内では完全にその状態をつくり難いと思う。

橋 本：機能の日間変動には個人によって、ほぼ一定した型があるように思える。この Pattern は生活様式や労働条件にも左右されるわけで、たとえば1日おきに夜間勤務をくり返している国鉄の職場で、フリッカー値のピークが夕方から夜の方へずれているという、例をみたが、これには5、6年の長期間の勤務が必要のようである。また日間変動の型は、睡眠の個人型にも関係があるようで、たとえば私の場合のように、明け方になって深く寝入るという睡眠型をもつ者では、起床後しばらくの間、フリッカー値が最低を示し、やっと午後になって普通の水準にもどる、あるいは夜のレベルの方が昼間よりも高い、という変動型を示すものが、多いのではなからうか。

大 島：午後になって興奮のピークがくるのは、近代的な一つのタイプではないかと考える。とくに頭脳労働者のそういうタイプというものは、もっとも進歩した近代的なものではないか。機能の低下した状態から、水準を戻すその転換には、甚だ問題があるが、要するにこれをうまく合理的に転換させることが、現代の生活技術として必要である。その意味でこれを近代的といった。

つぎに長くねすぎた時の状態は、転換期をはずした状態、あたかも夜ねむいのに、目をさましいてると、つぎにねようとすると、ねつけないという状態と同じものではないであらうか。そこでなにかチャンスをとらえて、うまく昼の状態と夜の状態とを転換させることが第一に必要なだと思う。そういう意味で、ねすぎるということも転換のチャンスをはずしたものである。活動への転換の行なわれるときに、これを非活動的に無理やりに休止するので、その影響が残る。半睡眠状態、準睡眠状態に近い状態が続くといえる。固いイスを使うのがよいという話題が新聞にのったことがあるが、なんらかの刺激を数多くとり入れて、できるだけはやく有意義に転換させることは必要だと思う。

近藤 武（労研）：1日中の午後に機能が増進して、ピークが出るという型の人には、ある工場では事故多発者が相当数いて、それが心理テストの成績が非常に悪かった。また逆に、その成績の非常に良い人もその中にいた。要するにこれは個人差が非常にある。第二にはその仕事に対する興味、嫌気、動機づけ、倦きの現象なども、この際、考慮せられなければならない問題だと考える。これらは疲労との関係においても重要であると思う。