

月経周期が体温のサーカディアンリズムに及ぼす影響

佐野 勝 徳*

一般に生体リズムは、24時間より短い周期で変動するウルトラディアンリズム (ultradian rhythm), 約24時間を周期とするサーカディアンリズム (circadian rhythm) 及び24時間より長いインフラディアンリズム (infradian rhythm) に大別されている。睡眠内リズム (Non REM 睡眠と REM 睡眠の交代リズム) や日中における約90分の周期をもつ覚醒水準の変動リズムなどは、ウルトラディアンリズムの例である。また女性の生殖周期はインフラディアンリズムの典型例である。

ヒトのサーカディアンリズムを示す代表的なものとしては、体温のリズムがあげられる。体温のサーカディアンリズムは、フリーランにおける睡眠のタイミングとその長さが体温リズムの位相に依存していることから、睡眠—覚醒リズムと密接な関係があるとされている。また、体温の高さと交感神経のはたらきの程度との間に有意な正の相関関係のあることも明らかにされてきている。

最近になって、睡眠—覚醒のリズムを初めとする生活リズムの位相移動 (phase shift) やその乱れと種々の生体リズム、あるいは心身の機能との関連を調べる研究が数多く報告されるようになってきている。例えば、時差のある地域へジェット機で移動した場合、いわゆる「時差ボケ」とよばれる睡眠障害、眠気、精神作業能力の低下、疲労感、食欲低下などの精神的身体的機能不全状態が一時的に生ずる。交代制勤務者においても同様の症状が現れることがあるが、これらは、主に生体リズムが環境のリズムに速やかに同調できないために起こる現象であり、体温のサーカディアンリズムにも乱れが生

*総合科学部行動科学教室

じるとされている。

Thomasら(1970)は、10歳児を対象として、生後から詳細な追跡調査を行い、心身が健康に成長している子どもと情緒が不安定で問題行動の多い子どもに分け、生育上の相違点を調べた。前者の子どもの多くは、生後すぐから一定時間間隔(4時間)で食事が与えられ、1歳頃までには、食事、睡眠等が規則的に行われるようになっていた。一方、後者の子どもの多くは、6ヵ月から1年を過ぎても、睡眠や覚醒の時間が一定せず、さらに10歳になってもこの傾向が残っていた。これらの結果から、Thomasら(1970)は「乳児期の生活習慣の規則性を見ることだけでも、何年も先の子どもの心身症状や不眠を予見できる」ことを示唆している。

佐野(1987)は、幼児を対象とした調査で「生活リズムの乱れが体温リズムを乱す要因の1つになっている」ことを指摘している。また、福田(1987)は、家庭内暴力を伴う登校拒否(高校生)について、「家庭内暴力の頻度とサーカディアンリズムの規則性との間に有意な逆相関がある」ことを報告している。不登校に比較的共通してみられる午前中の頭痛、腹痛などのいわゆる「心気症的症状」の発生と痛みを抑制する作用をもつ β -エンドルフィンの日内分泌リズムの乱れとの関連を明かにした研究(塚田, 1987),あるいは不登校における皮膚電位水準のサーカディアンリズムの乱れや睡眠覚醒リズム並びに睡眠のウルトラディアンリズムに位相偏位が存在するとする研究(河野, 1986, 梅津他, 1986)なども報告されてきている。さらに、内因性リズムとしての睡眠・覚醒リズムが、通常の24時間リズムと同調せず、睡眠時間帯が通常より数時間遅れるため入眠と起床の困難がおこり、学校や仕事に間に合わなくなるという症状を呈する「睡眠相遅延症候群」(delayed sleep phase syndrome),これとは逆の「睡眠相前進症候群」(advanced sleep phase syndrome)や睡眠・覚醒リズムの周期が24時間より長くなっているため、毎日の就寝と起床の時刻が徐々に遅れるようになり、ある時期には昼夜逆転のリズムになるなどの症状を呈する非24時間睡眠覚醒症候群(non-24-hour sleep-wake rhythm syndrome)などについても最近になって研究がなされるようになってきている(Weitman, 1983, Kokkoris, et.al., 1978, Okawa,

1987など)。

このように、生活リズムや生体リズムの乱れと密接に関連する精神的身体的機能障害が近年注目されている。それとともに、佐々木(1990)が指摘する通り、「体温リズム変動の研究は、体温の長期的連続測定が可能になった現在では、最も重要な指標の1つ」となっている。

周知の通り、成人女性には、約28日を周期とする基礎体温(baseline body temperature)のインフラディアンリズムが存在する。これは、排卵前後から体温が上昇し、月経の開始に伴って下降する二相性基礎体温を示すものである。しかし、このインフラディアンリズムと体温のサーカディアンリズムとの間にどのような関連があるかについては、これまで殆ど報告されていない。もし、体温のサーカディアンリズムがインフラディアンリズムの影響を受けているのであれば、女性の体温リズムの研究に際しては、体温測定の時期などの条件統制が必要になってくるものと思われる。そこで、この点を明かにすべく本研究を設定した。

方 法

被験者

19歳から22歳までの健康な大学生女子16名を実験の対象者とした。実験期間は、1990年6月から9月にかけてである。

手続き

まず、胎児期、3歳頃、小学校2年頃、小学校5年生頃、中学校2年生頃、高校2年生頃および現在の起床-就寝時刻を調査した。同時に、初潮年齢、現在の体調等を調べた。

体温測定については、各被験者に「予想される月経開始日の約10日前から、連続して約30日間、体温を測定する」よう依頼した。また、体温は、その時の活動などによって微妙に影響を受けるので、測定時の行動等について可能な限り、詳しく記録させた。水銀体温計またはデジタル体温計を用い、測定部位は腋下、1回の測定時間は約5分とした。測定期間中、起床・就寝時刻を記録させたが、加えて「できるだけ起床時刻と就寝時刻を毎日一定に保つ

よう」に依頼した。

測定時刻は起床直後、10時、12時、16時、20時および就寝時である。「体温機構の解明を目的とする場合、測定間隔を2時間とすれば、連続測定により得られる parameter と同等の値が得られ、リズムの解析に有用な手段となり得る」ことが、ラットで磯部(1987)、ヒトで酒巻(1987)によって確認されているが、実験の都合上、2時間から4時間の間隔にした。なお、14時と18時の測定を行わなかった理由は、体温のサーカディアンリズムの形状を知る上で、この時間帯の値による影響が比較的少ないと考えられているからである。

結果と考察

16名の女子学生について、就寝・起床時刻の記録ならびに一定時間間隔での体温測定を約1カ月にわたり、連続記録したが、測定期間中に月経のなかった者が2名いたため、これを除く14名のデータを分析対象とした。実際の体温測定期間は、短い者で連続24日間(ケースM)、後は連続(一部非連続)29日(ケースN)から47日間(ケースE)、平均33.5日であった。就寝・起床時刻の調査等については、対象者数の関係で、今回は分析から除外した。

図1は、約1カ月間の体温測定結果のうち、午前中の最低体温、日中から夕方にかけての最高体温および夕方以降の最低体温をプロットしたものであり、特徴的なケースを選び、ここに示した。

ケースIでは、月経開始約1週間前には基礎体温が上昇しており、月経開始に伴って下降し、排卵期に当たる月経開始後14日目頃から再び上昇するという二相性の基礎体温のインフラディアンリズムが明確に現れている。体温のサーカディアンリズムについてみると、起床時の体温が低く、日中に最高値に達し、夕方から夜にかけて下降するという典型的なパターンになっている。体温測定を実施した32日のうち、27日がこのパターンであった。ケースNにおいてもほぼ同様の傾向が認められるが、さらに、この2つのケースでは、体温のサーカディアンリズムにおける振幅(最高体温と最低体温との差)が、月経中に減少する傾向にあった。なお、インフラディアンリズムとサーカディアンリズムがともに通常のパターンを呈していた者は、14名中8名

月経周期が体温のサーカディアンリズムに及ぼす影響

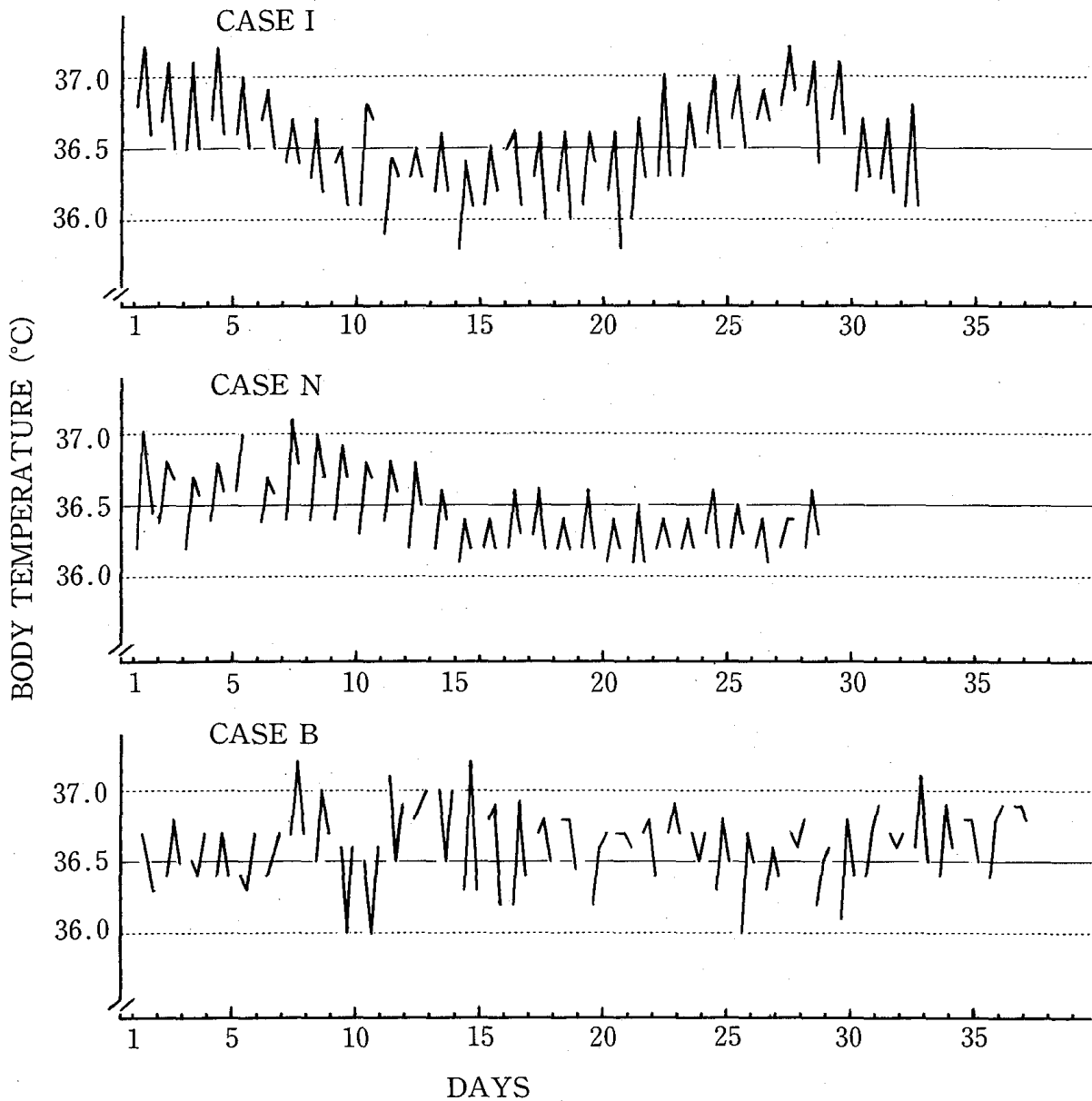


Fig. 1 Changes of circadian body temperature rhythms accompanying menstrual cycle in three cases. Thick horizontal bars indicate period of menstruation

であった。

体温リズムが相当に偏位している例がケースBである。まず、月経開始に伴う基礎体温の低下が認められず、また体温のサーカディアンリズムに特異的なパターンが多くみられる。起床時の体温が高く、日中に低下し、夜に向けて再び上昇するという昼夜逆転のリズムなど、サーカディアンリズムの乱れていた日の割合が44.74%(38日中17日)となっていた。

体温のインフラディアンリズムとサーカディアンリズムがいずれも乱れていた者は、このケースを含め2名であったが、その他に、インフラディアンリズムのみ乱れていた者3名、サーカディアンリズムのみ乱れていた者2名がいた。

次に、体温の最高値、午前中の最低値の変化をインフラディアン生理周期ならびに就寝・起床リズムとの関連でみたのが図2である。ケースIは、測定期間中、「1時30分就寝、7時30分起床」という規則的な生活を維持していた。最高体温、最低体温ともに、月経開始前後に低くなる典型的なパターンになっている。ケースNも就寝・起床の時刻がかなり一定に保たれており、体温リズムは、月経周期に伴い規則的に変化している。

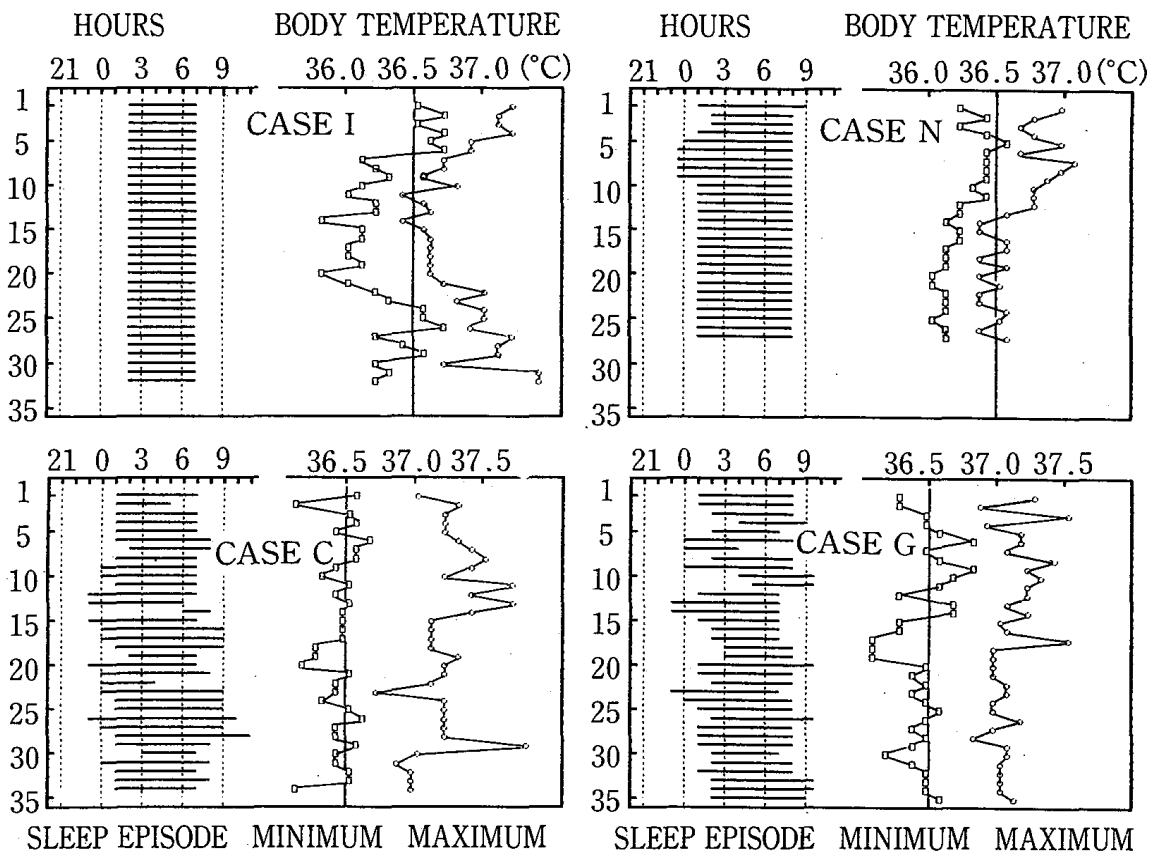


Fig. 2 Sleep chart and curves of circadian maximum and minimum.
Horizontal and vertical bars indicate sleep episodes and menstruation, respectively.

月経周期が体温のサーカディアンリズムに及ぼす影響

図2に示したその他のケースは、就寝・起床のリズムが相当に乱れていたものである。ケースGでは、体温リズムに一定の傾向は認められるが、分散が大きくなっており、ケースCでは、その傾向が読み取りにくくなっている。

TABLE 1 Relationship of Sleep-Wakening Cycle to Infradian and Circadian Rhythms of Body Temperature.

Conditions		Sleep-Wakening Cycle		Body Temperature	
		Bedtime	Rising	Infradian	Circadian
I	A	○	○	×	○
	I	○	○	○	○
	N	○	○	○	○
II	D	×	○	○	○
	E	×	○	○	○
	H	×	○	○	○
III	C	×	×	×	○
	F	×	×	○	○
	G	×	×	○	○
	L	×	×	○	○
IV	B	×	×	×	×
	J	×	×	○	×
	K	×	×	○	×
	M	×	×	×	○

○ : Relatively normal cycle or rhythm
 × : Disturbed cycle or rhythm

そこで、就寝・起床のリズムと体温のサーカディアンリズム等に基づいて、被験者を4つのグループに分類することにした。まず、就寝・起床時刻がほぼ一定に保たれていた者が3名いたが、いずれも通常 of サークディアンリズムを有していたので、これをグループIとした。就寝時刻は乱れているが、起床時刻が比較的一定に保たれていた者3名（いずれも通常 of サークディアンリズム）をグループIIとし、さらに就寝・起床時刻がともに乱れていた者のうち、サーカディアンリズムが比較的安定していた者4名をグループIII、このリズムが乱れていた者4名をグループIVとした。これらをまとめて、表1に示したが、体温のサーカディアンリズムと就寝・起床リズムとの間には一定の関係があるものと思われる。なお、体温測定期間中にサーカディアン

リズムに偏位の認められる日が40%を越えている場合を「サーカディアンリズムの乱れ」とした。ただし、ここでは、サーカディアンリズムにおける振幅の要素は考慮にいれず、日中の体温が起床時の体温以下になっている場合と、日中に起床時より低い体温が存在する場合を「リズム偏位」とした。

図3は、サーカディアンリズムの乱れているグループⅣを除き、グループ別の最高体温、最低体温およびその振幅（最高体温と最低体温の差）の平均値をプロットしたものである。就寝・起床リズムの安定しているグループⅠでは、図から明らかな通り、最高体温と最低体温が、いずれも、二相性の変化をしていた。体温振幅は、月経期間中に減少する傾向にあった。一方、グ

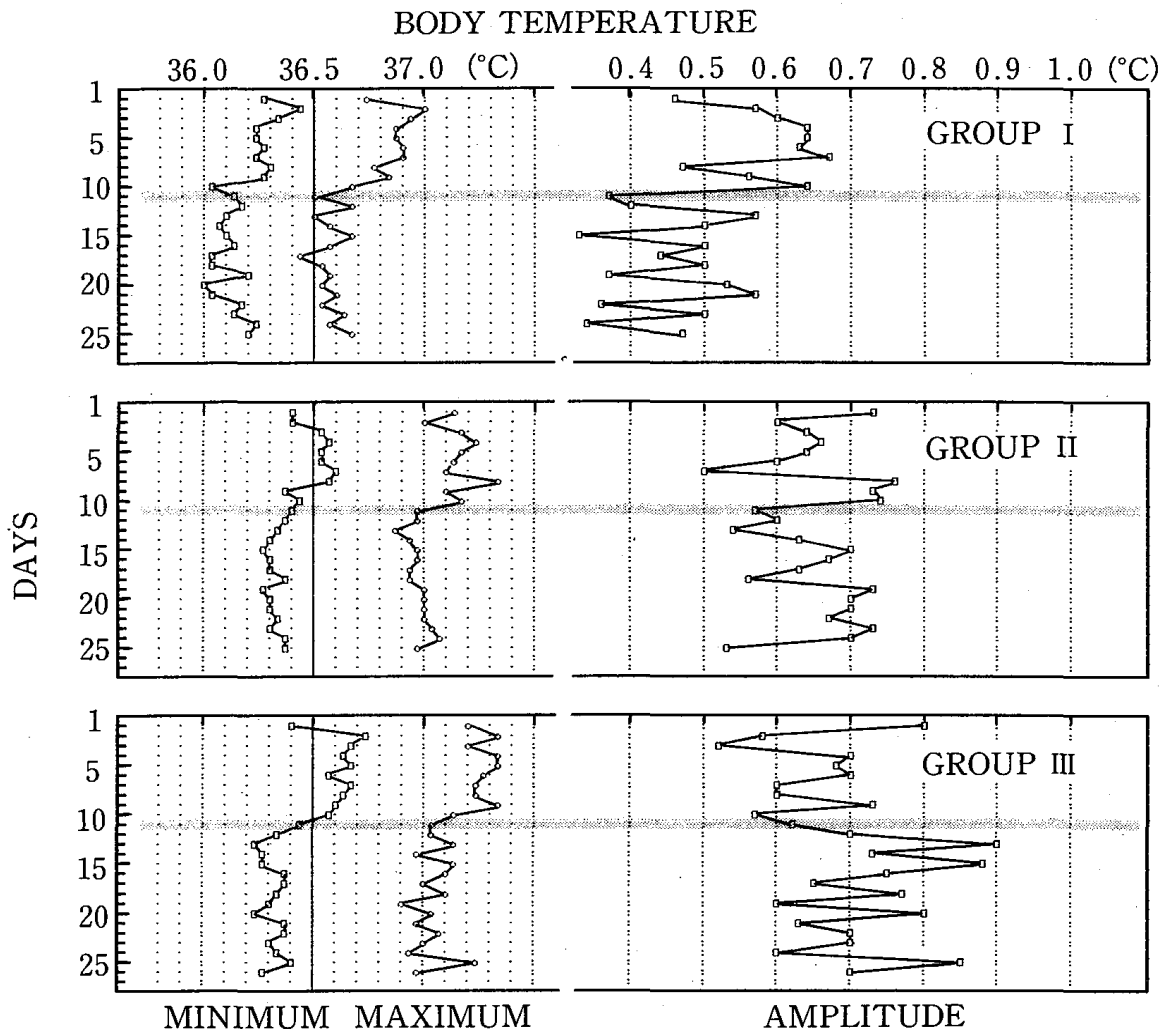


Fig. 3 Average curves of circadian body temperature maximum, minimum and amplitude accompanying menstrual cycle in three groups. Horizontal bars indicate a beginning day of menstruaion.

月経周期が体温のサーカディアンリズムに及ぼす影響

グループIIとIIIでは、最高体温・最低体温の変化の仕方は、グループIのそれと同傾向であったが、振幅の変化は、かなり不安定なリズムになっていた。

ところで、これまでみてきた結果は、得られた測定値全てに基づくものであるが、この中には、測定時の被験者の状態等により、極端な数値が含まれている。そこで、より正確に月経周期との関連を調べるために、グループI, II, IIIの各ケースについて、個々のデータの中で、起床時刻が午前10時以降あるいは、就寝時刻が午後10時から午前2時以外になっていた場合、および激しい運動などによって極端な体温変化が生じている場合を除外し、月経開始日を基準として、その前後を5日毎、合計6セッションに分けて、各々の期間内の平均値を求めた。ただし、セッション1（月経開始前第2セッション）とセッション4（月経開始後第4セッション）は4日間とした。

図4（ダブルプロットによる）に示す通り、最高体温、最低体温並びに体温振幅の月経周期に伴う変化は、いずれも、二相性リズムとなっていた。

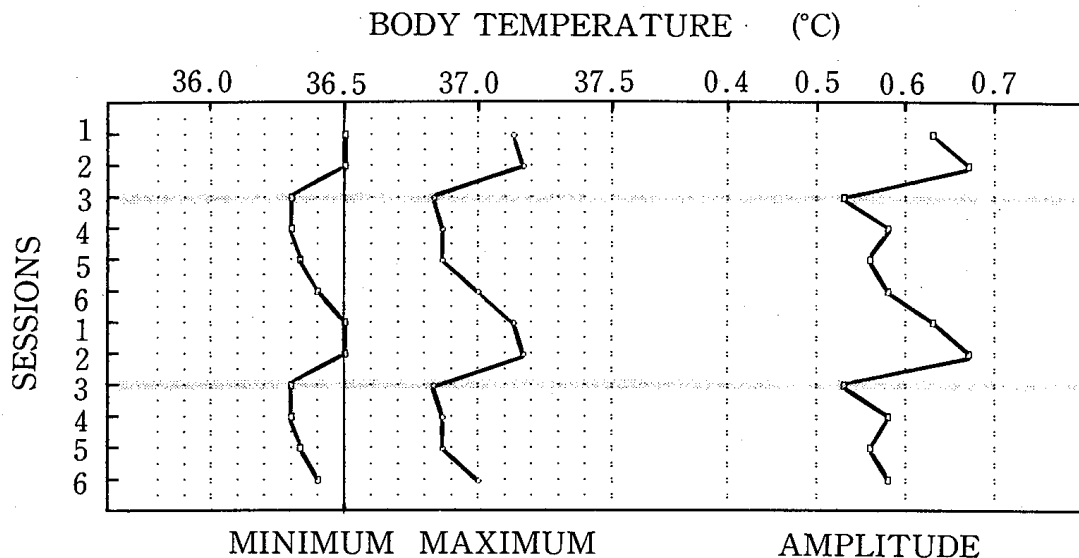


Fig. 4 Circadian body temperature maximum, minimum and amplitude, averaged over successive 4(session 1 and 6) or 5(session 2~5) day periods before and after beginning of menstruation, double plotted. Horizontal bars indicate a beginning session of menstruation.

以上述べてきた通り、成人女性の体温には、すでに明らかにされている基礎体温のインフラディアンリズムに加えて、最高体温および体温振幅にも明

確な二相性リズムが存在していた。従って、成人女性の体温のリズムについて研究する際には、体温測定の時期が月経周期のどの時期にあたるのかを考慮する必要がある。例えば、「低体温」について調べる場合、最高体温が低下している月経中に測定すると、その出現率は、月経期間以外の時期に測定されたものに比して、相対的に高くなるはずである。体温振幅についても同じことが言えよう。正常な体温リズムは、一般に「起床時に最低値をとり、日中に36.5°Cを越え、夕方から夜にかけて低下する。体温振幅は0.6~1.0°Cを越える範囲で変動する」とされているが、成人女性においては、月経開始前、月経中、月経終了後など、いくつかの期間に分けて、各々の基準値を設ける必要があろう。

要 約

インフラディアン生殖周期が、体温のサーカディアンリズムにどのような影響を及ぼしているかを調べるために、大学生16名(女子)を対象に約1ヵ月にわたり体温測定(起床時, 10時, 12時, 16時, 20時及び就寝時)を実施した。その結果、月経周期に伴う基礎体温の変動に加えて、体温のサーカディアンにおける最高体温と振幅が、排卵期前後に上昇あるいは増大し、月経開始に伴って低下あるいは減少することが明かとなった。また、睡眠覚醒リズムの乱れが、体温のサーカディアンリズムを乱す要因の1つになっているとの知見が得られた。これらの結果から、成人女性の体温リズム、とりわけサーカディアンリズムの乱れ等に関する研究を行う場合には、体温測定の時期などの条件統制が重要であることなどが示唆された。

参考文献

- Eastman, C. I. 1987 The circadian rhythm of temperature in humans during a 26-hr sleep-wake schedule. *Physiology and Behavior*, vol. 40, 17-23.
- Foret J., Tournon N., Benoit O. and Bouard G. 1985 Sleep and body temperature in "Morning" and "Evening" people. *Sleep*, Vol, 8(4), 311-318.
- 福田一彦 1987 ある登校拒否児の睡眠覚醒リズムと家庭内暴力 日本睡眠学会第12回定期学術集会抄録集, 87.

月経周期が体温のサーカディアンリズムに及ぼす影響

- 磯部芳明 1987 体温の概日リズム：恒暗下ネズミの活動及び体温リズム 第64回
日本生理学会予稿集, 312.
- 河野照隆 1986 登校拒否における皮膚電位水準をもちいたサーカディアン・リズム
の研究. 自律神経, Vol.23,394-400.
- Kokoris,C. P., Weitzman,E.D., Pollak,C. P. et al. 1978 Long-term ambulatory
temperature monitoring in a subject with a hyper-nycthemeral sleep-wake
cycle disturbance. Sleep, Vol.1, 177-190.
- Okawa,M., Nanami,T., Wada,S. et al. 1987 Four congenitally blind children with
circadian sleep-wake rhythm disorder. Sleep, Vol. 10, 101-110.
- 酒巻和弘 1987 生活リズムの乱れが体温のサーカディアンリズムに及ぼす影響 昭
和62年度徳島大学教育学部養護学校教員養成課程卒業論文
- 佐野勝徳 1987 生活リズムとCFF及び体温のサーカディアンリズム 日本睡眠学
会第12回定期学術集会抄録集, 89.
- 佐々木三男 1990 時差ぼけはリズムをどのように崩すか 高橋三郎・高橋清久・本
間研一編「時間臨床生物学」, 朝倉書店, 122-131
- 佐々木隆 1984 ヒトにおける位相移動 川上正澄・高坂睦年編「生体リズムの発現
機構—体内時計の医療への応用」, 理工学社, 1-17.
- Thomas, A., Chess,S. and Birch,H. 1970 The origin of personality. Scientific
American, Vol.222,102-109.
- 塚田和子 1987 登校拒否における β -エンドルフィンの概日リズムについて. 自律
神経, Vol. 24, 530-535.
- 梅津亮二, 大谷智子, 草川三治 1986 登校拒否の終夜睡眠脳波. 臨床脳波, Vol. 28,
476-480.
- Weitman,E. D. 1983 Biological rhythms in man under non-entrained conditions
and chronotherapy for delayed sleep phase insomnia. Adv. biol. Psychiat., Vol.
11. 136-149.

(1992年9月15日受理)