

Title	頭蓋内原発Germinomaの放射線治療成績
Author(s)	鹿間, 直人; 伊津野, 格; 小口, 正彦 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(6), p. 786-792
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20277
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

頭蓋内原発 Germinoma の放射線治療成績

¹⁾信州大学放射線医学教室，²⁾諏訪赤十字病院放射線科

³⁾長野赤十字放射線科，⁴⁾国立松本病院放射線科

⁵⁾信州大学脳神経外科

鹿間 直人¹⁾ 伊津野 格¹⁾ 小口 正彦¹⁾ 武井 一喜¹⁾
清野 邦弘¹⁾ 滝沢 正臣¹⁾ 曾根 脩輔¹⁾ 大畑 武夫²⁾
輪湖 正³⁾ 守屋久見子⁴⁾ 多田 剛⁵⁾

（平成3年6月28日受付）

（平成3年10月23日最終原稿受付）

Radiation Therapy of Intracranial Germinoma

Naoto Shikama¹⁾, Itaru Izuno¹⁾, Masahiko Oguchi¹⁾, Kazuyoshi Takei¹⁾, Kunihiro Kiyono¹⁾,
Masaomi Takizawa¹⁾, Shusuke Sone¹⁾, Takeo Oohata²⁾, Tadashi Wako³⁾,
Kumiko Moriya⁴⁾ and Tsuyoshi Tada⁴⁾

1) Department of Radiology, Shinshu University School of Medicine

2) Department of Radiology, Suwa Red Cross Hospital

3) Department of Radiology, Nagano Red Cross Hospital

4) Department of Radiology, Matsumoto National Hospital

5) Department of Neurosurgery, Shinshu University School of Medicine

Research Code No. : 602

Key Words : Germinoma, Radiation therapy,
Intellectual disturbance

The appropriate radiation dose and field for the treatment of intracranial germinoma were investigated in 33 patients. Recurrences were observed in 4 cases treated with local field irradiation only, and all of them were recognized at the margin of the radiation field or under the dose (<25 Gy) area. This suggests that whole cranial irradiation (dose of 25 to 30 Gy) should be added even if the tumor is solitary. The effective dose for cerebrospinal dissemination appears to be 25-35 Gy, but prophylactic CNS irradiation seems unnecessary for patients who have not undergone surgical procedures. Changes in mental status were seen in 5 patients (26.3%). Doses of over 59 Gy may be related to this complication.

はじめに

頭蓋内原発 germinoma は松果体や鞍上部など手術が困難な部位に好発し手術操作による播種が多いといわれている¹⁾。反面、本疾患は放射線感受性が高く、放射線治療により根治を期待できる疾患でもある。そして本疾患の発生頻度が比較的低いために、多数例に基づく放射線治療成績の報告

は少なく、その照射範囲や、線量など照射法に関して、各施設間に統一的な見解も得られていないのも実状である。すなわち脊髄播種の予防のための全中枢神経系照射の是非や、全脳または脳室系への投与線量、さらに化学療法の是非とその安全性などの面で、今後なお検討すべき多くの問題が残されている²⁾⁻⁹⁾。また好発年齢が10歳代と若い

ため、知能障害を主とする晩期障害も重要な問題である^{10)~14)}。今回我々はこれらの点について、信州大学放射線科および関連施設で放射線治療を行った33例を用いて検討した。

対象および方法

1969年1月から91年3月までに信州大学放射線科、諏訪赤十字病院放射線科、長野赤十字病院放射線科、国立松本病院放射線科、伊那中央病院放射線科で放射線治療が行われた頭蓋内原発 germinoma 33例を対象とした。33例中の11例は頭蓋内腫瘍または転移巣の手術標本あるいは生検から病理組織学的に two cell pattern を呈する pure germinoma と診断された。残り22例は、髄液中の腫瘍マーカー (AFP, HCG) の上昇がなく、約20 Gy の試験照射後に CT 像で著明な腫瘍の縮小を認めたために臨床的に germinoma と診断された。男性25例、女性8例、男女比3.1:1であった。平均年齢は17.4歳 (6~66歳) であった (Table 1)。発生部位別では松果体部19例、鞍上部11例、松果体部と鞍上部の両部位に発生したもの3例であった。全33例中11例には、照射開始時にすでに手術所見または CT 所見より脳室播種が、また4例には髄液検査または MRI にて脊髄播種が確認されている。また全33例中21例に脳室拡大が認められた。放射線治療には10MV または8MV の超高圧 X 線を使用した症例が多いが、少数例では4MV または6MV の超高圧 X 線あるいはテレコバルト γ 線が使用された。

放射線治療方法と治療成績の関係は、腫瘍全摘術が行われた1例を除外した32例について、1) 腫瘍単発群、2) 脳室壁進展および脊髄播種群の2群に分けて検討した。

1) 腫瘍単発群

松果体部または鞍上部に腫瘍が単発し、播種の認められないものは16例あり、これをさらに照射野別に次の3群に細分した。

腫瘍局所のみ照射 (局所照射群): 5例

局所照射に加え全脳照射が行われた群 (局所+全脳照射群): 8例

全中枢神経系照射群: 3例

2) 脳室壁進展および脊髄播種群

Table 1 Patient characteristics

No. patient	33
Age	6 to 66years (mean 17.4yo.)
Sex	Male 25/Female 8
Location	Pineal 19/Suprasellar 11/ Pineal+Suprasellar 3
Dissemination	15
Hydrocephalus	21

脳室壁進展または脊髄播種を認めた症例は16例であり、そのうち同時多発か播種かの鑑別が困難であった2例を除く14例について、以下の2群に分けて検討した。

全中枢神経系に25Gy以上照射された群: 4例
白血球の低下等により全中枢神経系に25Gy未満の照射しか行えなかった群: 10例

局所照射の場合の照射野は5×5cmから12×10cm (平均57.9cm²) であった。全脳照射では照射野に第1もしくは第2頸椎が含まれるようにした。また脊髄照射は下方を第2仙骨まで含めるようにし、照射野の幅は頭側で平均4cm、尾側で平均6cmであった。1回線量は頭部では1.5~2.0Gy (2.0Gyが最多)、脊髄では1.5Gyであり、週5回の通常分割照射を行った。また頭部は左右対向2門で、全中枢神経照射の脊髄は患者を腹臥位にして、後方からの1門で照射した。なお全脊髄を一つの照射野内に含めることは困難であるため、二つの照射野をつなぎ合わせた。照射期間中1回ないし2回照射野の接合部を変更し、過線量領域の発生を予防するようにした。照射はまず腫瘍を中心とした小照射野で約20Gy照射した後、全脳 (全中枢照射の場合は頭部と脊髄を同時期に) 照射を行った。

治療成績を性、年齢、発生部位、照射法等の各因子別に検討した。ただし、化学療法については1次治療として行われたのは2例のみであり、その生存率への寄与を検討できなかった。

さらに、初回治療において知能障害の発生頻度を、治療時の年齢、内分泌学的異常、水頭症の有無、手術歴、化学療法、照射法等の各因子との関連において検討した。この検討では治療後1年以上経過した症例中、再発で再照射し総線量100Gy

以上が投与された2例, および初診時より知能障害を認めた1例を除外した19症例を対象とした。照射の前後で知能テストが行われた症例はごく少数で, 障害の程度を定量化することはできなかったため, 障害の程度を次のように3つに大別した。障害なし: 学校または社会で健常者と同様な生活が行えている。軽度障害: 学校または社会生活には適応不十分であるが身の回りのことは自分でできる。高度障害: 日常生活の殆どに介助を必要とする。

生存率算出における観察開始日を照射終了日とし, 生存率算出には Kaplan-Meier 法を, 有意差検定には一般化 Wilcoxon 法を用いた。観察期間は最短1カ月から最長16年6カ月であった。知能障害発生と各因子との関連については λ^2 検定を行った。

結 果

1. 治療成績

全症例の5年および10年生存率はそれぞれ85.9%, 85.9%であった。

男女別, 15歳未満および15歳以上(16例: 17例)の年齢別, 松果体部と鞍上部の発生日別, 5年および10年生存率をみたが, その各々において群間の有意差を認めなかった。

次に, 腫瘍単発群と脳室壁進展および脊髄播種群別の治療成績を述べる。

1) 腫瘍単発群

5年および10年無病生存率は, 局所照射群では各々75%, 25%, 局所+全脳照射群および全中樞

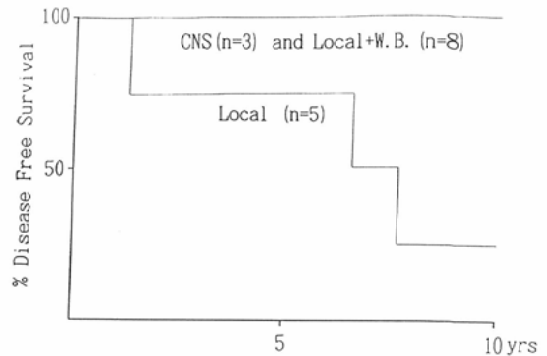


Fig. 1 Disease free survival rates of solitary tumor cases according to radiation field
CNS: Central nervous system irradiation, Local: Local field irradiation W.B.: Whole brain irradiation

神経系照射群では共に100%, 100%であり, 局所照射群で有意に低かった($p < 0.001$) (Fig. 1)。なお, いずれの群も腫瘍局所には40Gy以上が照射されており, 局所照射野内再発例はなかった。局所照射野外再発は, 4例にみられた(Table 2の症例1~4)。そのうち3例は局所照射群に含まれ, 1例は側脳室の後角に, 1例は第四脳室に, 残り1例は部位の同定は困難であったが, いずれも照射野辺縁からの再発と考えられた。残りの1例は局所+全脳照射群のもので, 局所に51Gy, 全脳に23Gyが照射されたが, 11年後に局所照射の照射野外である側脳室前角に再発した。

脳室内再発が多いことに注目し, この16例を全脳室(側脳室, 第3および4脳室)に投与された

Table 2 Recurrent cases

Case No.	Primary site (dissemination)	Ope.	Local field (cm ²)	Local dose (Gy)	Whole brain dose (Gy)	Spine dose (Gy)	Interval to rec. (month)	Recurrent region
1.	P. (-)	-	5×5	45	-	-	?	?
2.	P. (-)	-	8×6	55	-	-	80	4th ventricle
3.	P. (-)	-	8×7	50	-	-	93	Post. horn of lateral ventricle
4.	P. (-)	-	5×5	51	23	-	128	Ant. horn of lateral ventricle
5.	S. (3rd Ventricle)	+	6×7	50	-	-	?	Cerebellum
6.	P. (Cranial base)	+	10×7	54	-	-	5	Occipital lobe
7.	S. (3rd Ventricle)	+	7×8	50	-	-	42	Abdomen(Shunt meta)
8.	S. (Pons)	-	12×10	48	12	-	15	Spinal cord
9.	S. (3rd Ventricle)	-	10×9	59	39	13	3	Cerebrospinal fluid

P.: Pineal region, S.: Suprasellar region,

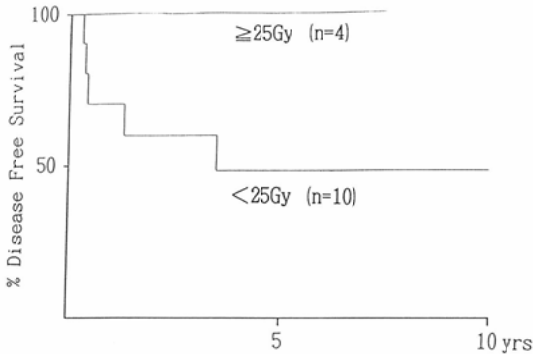


Fig. 2 Disease free survival rates of solitary tumor cases according to doses at ventricles (lateral, 3rd, 4th)

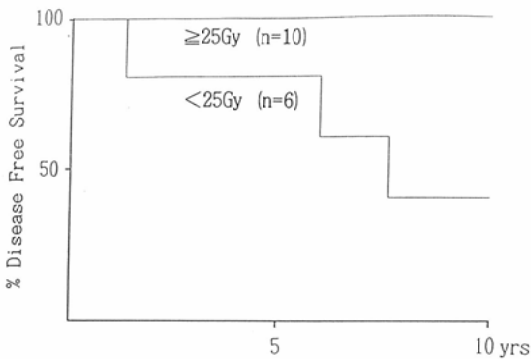


Fig. 3 Disease free survival rates of dissemination cases according to cerebrospinal doses

照射線量25Gyを境に2群に分けて検討した。全脳室25Gy以上照射群(10例)に再発例はなく、その10年無病生存率では25Gy未満群(6例)に比べて有意に高かった($p < 0.01$) (Fig. 2)。

また手術操作を加えなかった13例では、脊髄照射も行わなかったが、全例とも脊髄播種を認めなかった。

2) 脳室壁進展および脊髄播種群

全中枢神経系に25Gy以上照射群の5年無病生存率は100%であった。25Gy未満照射群の5年無病生存率は48.0%であり、25Gy以上照射群の成績が有意に良好であった($p < 0.01$) (Fig. 3)。再発は25Gy未満照射群の5例に見られた。再発部位は頭蓋内2例、脊髄1例、髄液中に腫瘍細胞を認めたもの1例、およびshunt tubeを介しての腹腔内転移の1例であった (Table 2の症例5

Table 3 Frequencies investigated on treatment/patient condition

Treatment/patient condition	No. of intellectual disturbance	No. of patient	Significance
Local dose			
≥59Gy	3/3		$p < 0.05$
<59Gy	2/16		
Ventricles dose			
≥45Gy	4/7		$p < 0.05$
<45Gy	1/12		
Whole brain dose			
≥45Gy	2/2		NS
<45Gy	3/17		
Operation			
(+)	3/5		NS
(-)	2/14		
Chemotherapy*			
(+)	1/5		NS
(-)	3/12		
Age			
<15y.	4/8		NS
≥15y.	1/11		
Location			
Pineal region	1/10		NS
Suprasellar	4/9		
Hydrocephalus			
(+)	3/9		NS
(-)	2/10		
Hormonal disorder			
(+)	1/6		NS
(-)	4/13		
VP Shunt			
(+)	2/7		NS
(-)	3/12		

*Records of two cases are lost.

～9)。いずれも照射野外あるいは線量25Gy未満領域からの再発であった。なお照射前にVP shuntを行い、照射後3年6カ月にダグラス窩に再発した例(症例7)は、腫瘍摘出術(組織診にてpure germinomaと診断された)と腫瘍床への30Gyの術後照射により、再発後10年経過した現在無病生存中である。

2. 知能障害の検討

5例(26.3%)に知能障害を認め、障害の程度は軽度障害が3例、高度障害が2例であった。局所に総線量59Gy以上照射された群は59Gy未満群に比し有意に障害発生が多かった($p < 0.05$) (Table 3)。また全脳室(側脳室、第3および4脳

室)に総線量45Gy以上照射された症例は45Gy未満群に比し有意に障害発生が多かった($p < 0.05$)。全脳に45Gy以上照射された2症例ともに知能障害を認めたが、45Gy未満群と比し有意差はみられなかった。高度の障害を来した症例のうち1例には局所線量が50Gyを越えた段階でもCTにて腫瘍の残存が認められたため追加照射し最終的に腫瘍局所に64Gyが投与された。またもう1例では腫瘍局所に65Gy投与されたがその理由は不明である。

今回検討対象から除いたが、再照射した2例中、局所に総線量114Gy(全脳に71Gy)照射の1例は脳壊死により死亡し、局所に106Gy(全脳に45Gy)照射の1例には高度の知能障害が認められた。

年齢別、発生部位別、水頭症、内分泌学的異常(尿崩症、下垂体機能不全等)、shunt術の有無、手術歴の各因子は障害発生に関与していなかった。

化学療法は2例に初期治療として併用され、5例に再発後の治療として行われた。内容はCDDP, MTX, ACNU, VP-16等の種々の組合せであった。化学療法併用群の障害発生率と、非併用群のそれとの間に有意差を認めなかった。

考 察

germinomaは放射線に高感受性であり、放射線治療による5年生存率は一般に70%前後であり、他の脳腫瘍に比べてかなり高い^{11)15)~18)}。しかし、長期生存者の中には晩発性の放射線障害、特に社会生活に適応困難な知能障害が発生する例も少なくなく、救命率のみをもって治療成績を評価することはできない。

Ellenbergらによれば、知能障害は照射後4カ月まではあまり見られず、1年から4年の間に発症している¹⁹⁾。また、Dufferらは知能障害の中でも主に学習能力が障害されるとしている²⁰⁾。障害をおこしやすい因子としてJannounらは、患者が若年者(特に5歳以下)であること、テント下の腫瘍、照射野に視床下部が含まれることなどをあげている²¹⁾。Chinら、Silvermanらはmedulloblastomaの症例で、治療時の年齢が7~8歳以下、特に4歳以下の場合には知能障害が多発したと報告している²²⁾。また、Ellenbergらは急性の水頭症あ

るいは化学療法の併用は知能障害発生に寄与しないと報告している。我々の追跡結果では、知能障害の主な原因となったのは放射線治療の内容であり、それ以外の因子の寄与は認められなかった。諸家の報告と異なり、年齢と障害発生に関連が見られなかったのは、我々の症例がすべて6歳以上であり、Chinらの報告したhigh risk groupである4歳以下の症例が含まれていなかったためと思われる。

今回の検討から、知能障害をできるだけおさえ、かつ治療成績を向上させるための適切な照射範囲および照射線量は次のように考察される。

1. 単発症例に対する照射範囲と線量

1) 照射範囲

局所照射例には辺縁再発例が多く見られ、単発例とはいえ局所照射のみでは不十分であると思われる。単発例に対しては、全脳照射までは必要ではなく脳室系を十分含めた照射野でよいとする報告も見られるが²³⁾、今回の対象群においては、局所照射群以外にはすべて全脳照射(19~54Gy)が行われており、脳室照射との比較は行えなかった。

germinomaは脊髄播種を起こしやすい疾患であることから、脊髄照射を有用とする報告が多い^{24)~26)}。しかし、患者の大半が若年者であり全例に脊髄照射を施行すべきとする報告は少なく、明らかな播種を認めるか、または髄液中に腫瘍細胞、タンパク上昇、リンパ球増加を認めたものにその対象をしぼるのが妥当とされる²⁷⁾。これは、照射による成長障害発生のリスクが脊髄播種発生のリスクを上回ると判断されることによる²³⁾²⁸⁾。生検など外科的操作が加えられなかった例での播種率はそれほど高くはなく¹²⁾²⁹⁾、一般に脊髄播種率は生検施行例で約20%程度であり、生検非施行例ではWaraらは1.7%、Sungらは6%としている。我々の症例でも、単発例で生検を行わなかった13例には脊髄播種は認められず、生検を施行していない単発例では髄液に異常を認めないかぎり予防的な脊髄照射は不要と思われた。

2) 照射線量

局所には全例40Gy以上照射されており局所再発例は認められなかった。しかし、45~50Gy未満

では局所再発率が高くなるという報告がいくつかあり、一方、局所の線量が59Gy以上の例で知能障害が多く見られたことから、腫瘍局所への至適線量は50Gyとするのが妥当と考えられた¹⁷⁾³⁰⁾³¹⁾。ただし、局所照射50.1Gyのみで軽度の知能障害が発生した1例があり、50Gyという線量が知能障害に関しては必ずしも安全な線量とはいえない。

全脳照射での投与線量に関しては25Gy以上が必要であり、また45Gy以上では障害発生率が高くなるという結果を得た。Silverman, Hirschの報告では全脳へ35~40Gyの照射で、知能障害の発生が認められている³²⁾³³⁾。Ellenbergらは25~57Gy(平均45Gy)の全脳照射が知能障害に関与していたと報告している。したがって、知能障害を最小限に抑えかつ再発率を低下させるために、全脳へは25~30Gy程度が妥当と考えられた。なお、全脳照射を全脳室照射まで縮小し得るかについては、その可能性は充分あると推測されるものの、今回の我々の対象においてはこれを検討できなかった。

2. 脳室壁進展および脊髄播種例に対する照射範囲と線量

脳室壁進展および脊髄播種例に対して全中枢神経系照射が必要であることに異論はないと思われる²³⁾²⁴⁾²⁶⁾³⁴⁾。全中枢神経系に25Gy以上照射された症例に再発はなく、また、脊髄照射に必発する白血球減少の点から35Gy以上の照射は困難であり、全中枢神経系への投与線量は25~30Gy程度が適当かつ現実的であると思われた。

以上、頭蓋内 germinoma の放射線治療および知能障害について検討した。なお、近年はCDDPを中心とした化学療法の有用性も報告されており、集学的治療として本疾患への化学療法の導入については今後の課題としたい。

まとめ

頭蓋内原発 germinoma 33例の放射線治療成績および知能障害を検討し、至適照射法について考察した。

- 1) 全症例の5年および10年生存率は共に85.9%であった。
- 2) 単発症例では腫瘍局所には50Gy、全脳には

25~30Gy程度の照射が適切と思われた。また生検をしていない場合には脊髄照射は不要と思われた。

3) 脳室壁進展例および脊髄播種例では局所に50Gy、全中枢神経系に25~30Gy程度の照射が必要と思われた。

4) 知能障害は19例中5例(26.3%)に認められた。局所に59Gy以上または全脳室に45Gy以上の照射例では障害発生率が高かった。

5) 年齢、発生部位、水頭症、内分泌学的異常、化学療法、手術療法は知能障害発生を増加させる因子ではなかった。

文 献

- 1) Wara WM, Jenkin RDT, Evans A, et al: Tumors of the pineal and suprasellar region. Childrens cancer study group treatment result 1960-1975. *Cancer* 43: 698-701, 1979
- 2) Linstadt D, Wara WM, Edwards MSB, et al: Radiotherapy of primary intracranial germinomas. The case against routine craniospinal irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 15: 291-297, 1988
- 3) 佐藤保之, 松岡好美, 中村 徹: 頭蓋内原発 germinoma 24例の治療経験, *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 27: 841-847, 1987
- 4) 松角康彦, 植村正三郎, 倉津純一: 髄液腔内脳腫瘍転移, *脳神経外科*, 8(12): 1113-1123, 1980
- 5) 平 孝臣, 別府俊男, 松森邦昭, 他: 頭蓋内悪性 Germ cell tumor に対する PVB療法と放射線の同時併用について, *脳神経外科*, 14(7): 927-933, 1986
- 6) 松角康彦, 阿部 弘, 田中 隆, 他: 頭蓋内悪性 Germ cell tumor に対する Cisplatin-Vinblastine-Bleomycin 3者併用療法 (PVB療法) -第2相試験, 癌の臨床, 32: 1387-1393, 1986
- 7) 栗原紀子, 高井良尋, 山田章吾, 他: 頭蓋内原発 germinoma の放射線治療, *日本医会誌*, 51(5): 561-566, 1991
- 8) Gordon JSR, Edward SN, Kenneth DB, et al: Successful management of metastatic and primary germ cell tumors in the brain. *Cancer* 57: 2108-2113, 1986
- 9) Griffin BR, Griffin TW, Tong DYK, et al: Pineal region tumors. Results of radiation therapy and indications for effective spinal irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 7: 605-608, 1981
- 10) 杉田保雄, 小林清市, 上垣正巳, 他: 小児脳腫瘍

- 患者における機能的予後調査, 脳神経外科, 15(6): 643-649, 1987
- 11) Bloom HJG, Glees J, Bell J: The treatment and long-term prognosis of children with intracranial tumors: A study of 610 cases, 1950-1981. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18: 723-745, 1990
 - 12) Kun LE, Mulhern RK: Neuropsychologic function in children with brain tumors: II. Serial studies of intellect and time after treatment. *Am J Clin Oncol* 6: 651-656, 1983
 - 13) Eiser C: Psychological sequelae of brain tumors in childhood: A retrospective study. *Brit J Clin Psychol* 20: 35-38, 1981
 - 14) Horowitz ME, Mulhern RK, Kun LE, et al: Brain tumors in the very young child postoperative chemotherapy in combined modality treatment. *Cancer* 61: 428-434, 1988
 - 15) Rao YTR, Medini E, Haselow RE, et al: Pineal and ectopic pineal tumors: The role of radiation therapy. *Cancer* 48: 708-713, 1981
 - 16) Sano K, Matsutani M: Pinealoma (germinoma) treated by direct surgery and postoperative irradiation. *Child's Brain* 8: 81-97, 1981
 - 17) Jenkin D, Berry M, Chan H, et al: Pineal region germinomas in childhood treatment considerations. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18: 541-545, 1990
 - 18) Amendola BE, McClatchey K, Amendola MA: Pineal region tumors: Analysis of treatment results. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 10: 991-997, 1984
 - 19) Ellenberg L, McComb JG, Siegel SE, Stowe S: Factors affecting intellectual outcome in pediatric brain tumor patients. *Neurosurgery* 21(5): 638-644, 1987
 - 20) Duffner PK, Cohen ME, Thomas P: Late effects of treatment on the intelligence of children with posterior fossa tumors. *Cancer* 51: 233-237, 1983
 - 21) Jannoun L, Bloom HJG: Long-term psychological effects in children treated for intracranial tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18: 747-753, 1990
 - 22) Chin HW, Maruyama Y: Age at treatment and long-term performance result in medulloblastoma. *Cancer* 53: 1952-1958, 1984
 - 23) 白土博樹, 松岡祥介, 宮本美弥子, 他: 松果体および異所性松果体腫瘍の放射線治療, 日本医放会誌, 45(2): 348-355, 1985
 - 24) Rich TA, Cassady JR, Strand RD, Winston KR: Radiation therapy for pineal and suprasellar germ cell tumors. *Cancer* 55: 932-940, 1985
 - 25) Dearnaley DP, A'Hern RP, Whittaker S, Bloom HJG: Pineal and CNS germ cell tumors: Roymal marsden Marsden Hospital experience 1962-1987. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18: 773-781, 1990
 - 26) 加藤真吾, 早川和重, 土屋美和子, 他: 頭蓋内 Germ Cell Tumors の放射線治療成績, 癌の臨床, 34: 411-415, 1988
 - 27) 松谷雅生, 高倉公朋, 佐野圭司: Germ cell tumor 治療の最近の進歩, *Neurosurgonons*, 9: 134-140, 1990
 - 28) Probert JC, Parker BR: The effects of radiation therapy on bone growth. *Radiology* 114: 155-162, 1975
 - 29) Sung D, Harisiadis L, Chang CH: Midline pineal tumors and suprasellar germinomas: Highly curable by irradiation. *Radiology* 128: 745-751, 1978
 - 30) Dattoli MJ, Newall J: Radiation therapy for intracranial germinoma: The case for limited volume treatment. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 19: 429-433, 1990
 - 31) Salazar OM, Castro-Vita H, Bakos RS, et al: Radiation therapy for tumors of the pineal region. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 5: 491-499, 1979
 - 32) Silverman CL, Palkes H, Talent B, et al: Late effects of radiotherapy on patients with cerebellar medulloblastoma. *Cancer* 54: 825-829, 1984
 - 33) Hirsch JF, Renier D, Czernichow P, et al: Medulloblastoma in children. Survival and functional results. *Acta Neurochirurgica* 48: 1-15, 1979
 - 34) Shibamoto Y, Abe M, Yamashita J, et al: Treatment result of intracranial germinoma as a function of the irradiated volume. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 15: 285-290, 1988