

Endocrinologic problem in pediatric traumatic brain injury (TBI)

November 20, 2021

Young Ah Lee

Department of Pediatrics

Seoul National University Children's Hospital



Contents

- **Traumatic brain injury (TBI) 뇌하수체 기능장애 발생기전**
- 뇌하수체 호르몬의 종류 및 기능
- **Proposed algorithm to assess pituitary function after TBI**
- **Epidemiology of TBI-related hypopituitarism in children**
- **Screening strategy and management**
- 소아 증례 소개
- 요약 정리



Pituitary dysfunction after Traumatic brain injury (TBI)

- **Hypophyseal dysfunction after TBI** originally reported in **1918**.
- Little attention until some years ago ~
- ✓ *An increasing number of series* among **adult and pediatric survivors** warned endocrinologists about “**TBI-induced pituitary dysfunction**”
- **International Consensus Guideline** was published in **2005 and 2017** and recommends identifying pituitary dysfunction in “**adult TBI survivors**”.

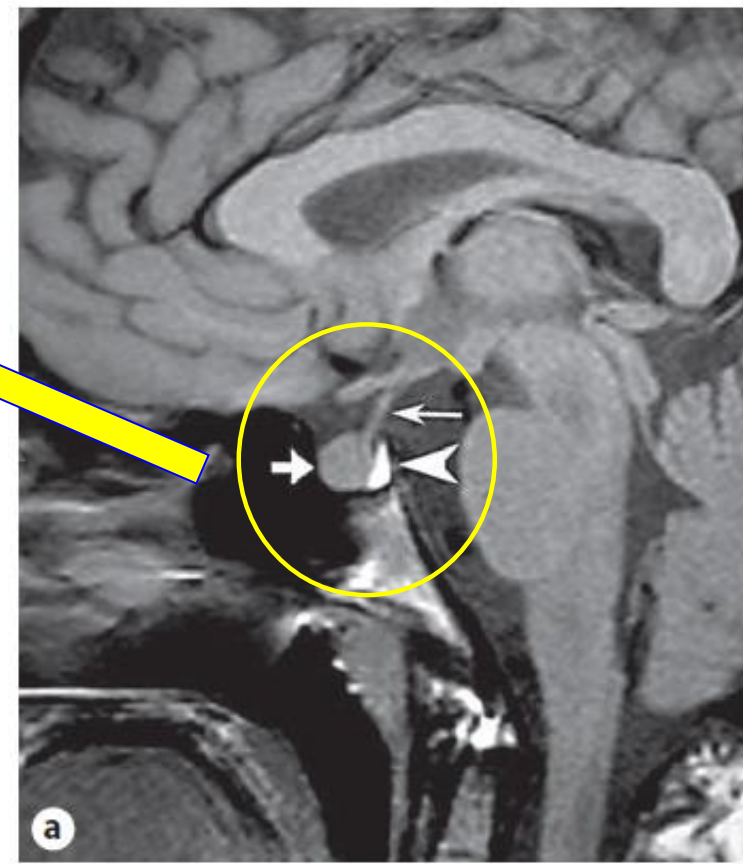
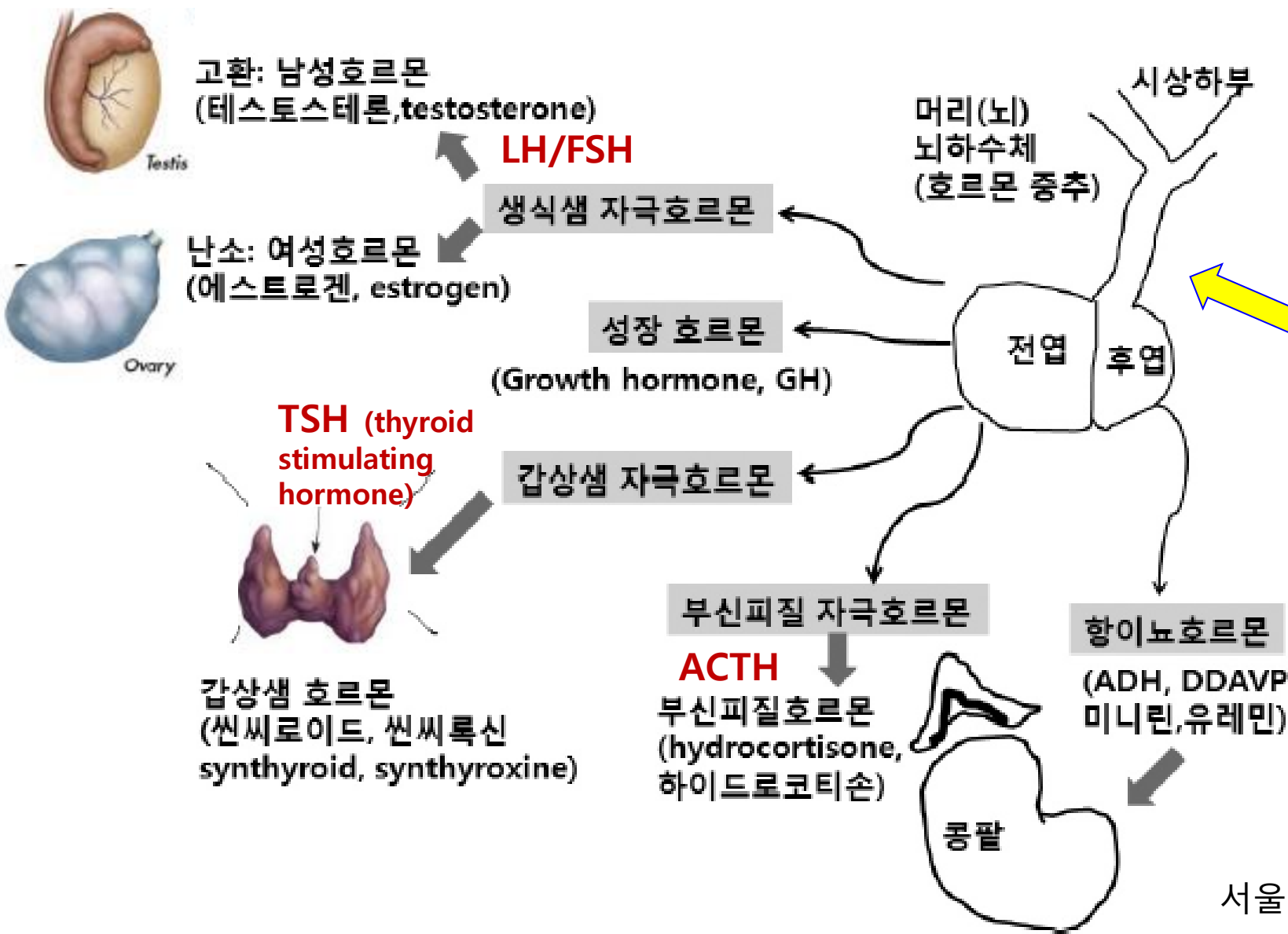
J Neurol Neurosurg Psychiatry 2017; 88(11):971–981

- **The literature concerning “children” was limited.**



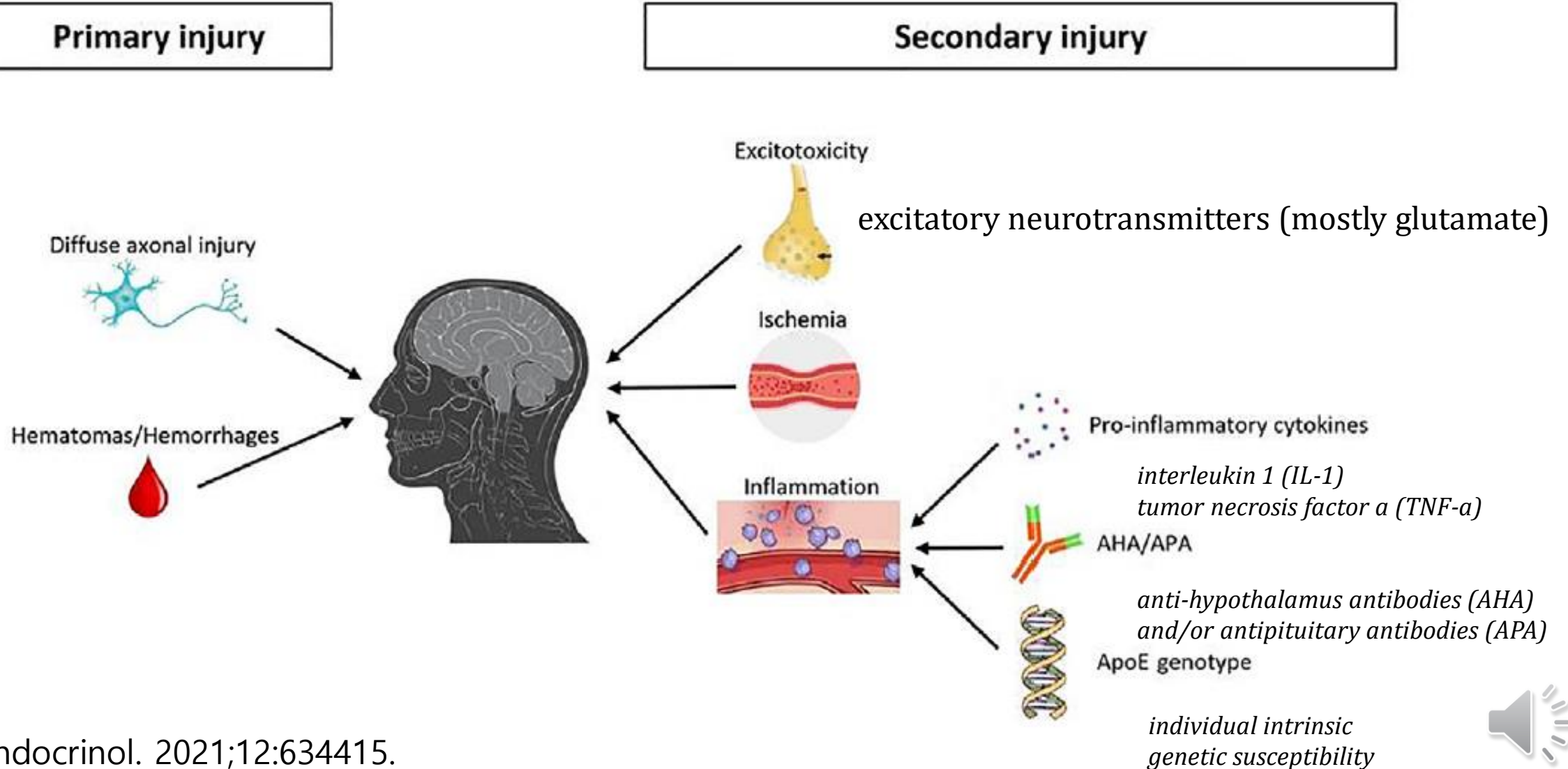
뇌하수체에서 분비하는 호르몬의 종류

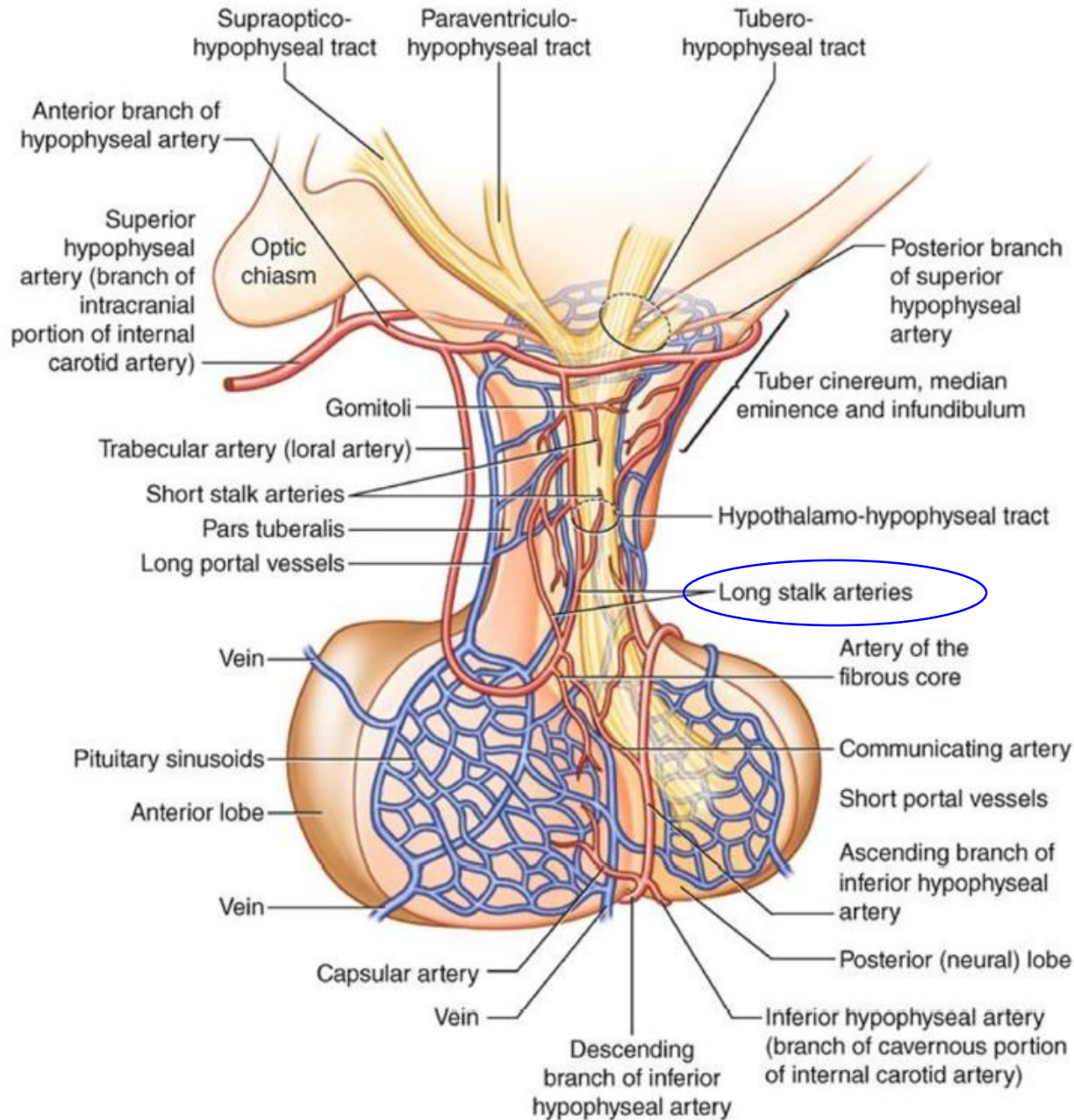
정상 뇌하수체 MRI



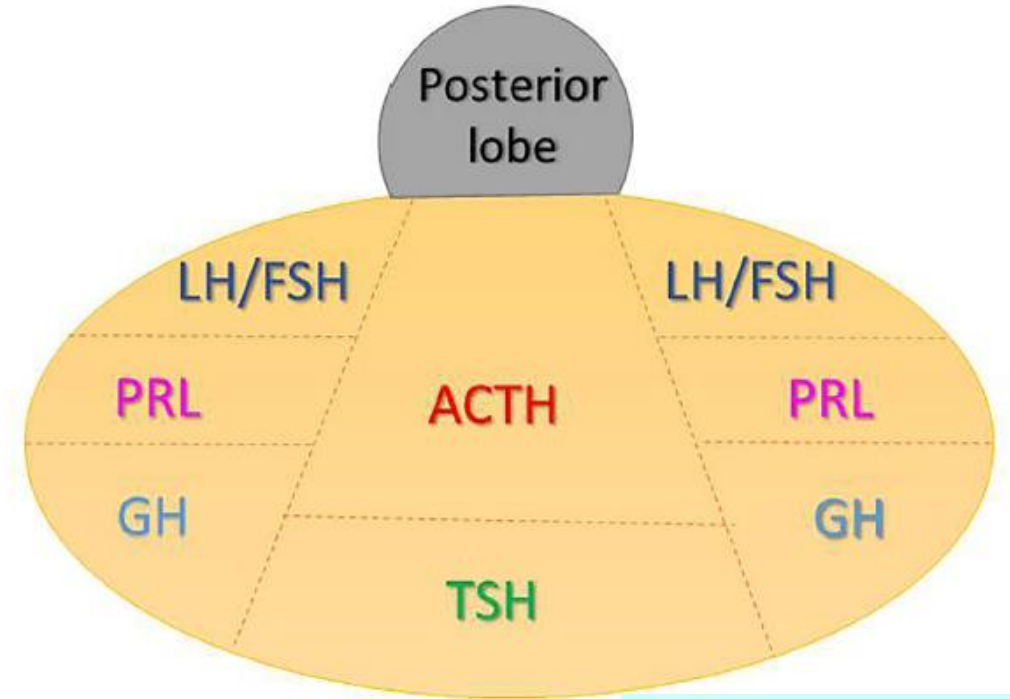
어떤 기전에 의해 발생하는가?

Pathophysiologic mechanisms underlying pituitary damage in TBI





Pituitary-specific ischemic insult



- ✓ GH 성장호르몬
 - ✓ LH/FSH (gonadotropin) 생식샘 (난소, 고환) 자극호르몬
 - ✓ Prolactin (PRL) 유즙호르몬
- Only long hypophyseal portal vessels
- ✓ ACTH 부신 자극호르몬
 - ✓ TSH 갑상선 자극호르몬
- Both long and short hypophyseal portal vessels

Acute stage (first 2 weeks after trauma)

- The most common hormonal changes in this phase are represented by **gonadotropin and GH deficiency**, but **clinical presentation are “not” the most evident.**
- In fact, the most fearsome complication of the acute stage is **adrenal insufficiency.**
 - ✓ Hyponatremia, hypoglycemia, hypotension, fatigue, mental confusion (부신기능저하증)
 - ✓ Patients affected by hypocortisolism require a higher dose of vasopressors and have a higher mortality rate; therefore hormone replacement therapy is crucial.
- **Impaired vasopressin secretion (요붕증)** could also be *life-threatening*, contributing to the hydro-electrolytic imbalance of the acute phase.
- **Hypothyroidism (갑상선 저하증)** can be also reported, due to the adaptive response after trauma and the use of steroids.



Pediatric studies that evaluated acute hormonal changes of anterior pituitary function

		TBI severity	Time from TBI	Endocrine abnormalities
Srinivas et al. [Childs Nerv Syst 2010; 26(5):647-653]	37 (27 males)	Severe	Days (1,3,7)	Elevation of cortisol and ACTH on day 1 followed by reduction on day 3 and 7 On day 3, 57% and 39% of T3 and T4 levels were subnormal Mild hyperprolactinemia on days 3 and 7
Einaudi et al. [J Pediatr Endocrinol Metab 2006; 19(5):691-703]	Prospective group 30 patients (23 males)	Severe/moderate/mild	Within 72 h (T0), 6 months (T6), 12 months(T12) for the prospective group	(T0): no ACTH deficiency, low T3 syndrome in 7/30, (T6): one with ACTH deficiency, (T12): one with GH deficiency
Ulutabanca et al. [Childs Nerv Syst 2014; 30(6):1021-1028]	41 (27 boys)	Sever/moderate/mild	First 24 h and 12 months after injury	In acute period, 44.3% had at least one pituitary hormone dysfunction (17.1% TSH, 2.4% FSH/LH, and 24.4% ACTH deficiencies), (7.3%) had high PRL, pubertal children had normal hormones, 1 patient in minipuberty had low gonadotrophins 12 months: 100% recovery
Krahulik et al. [Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub 2017;161(1):80-85]	58 (37 boys)	Moderate/severe	Days (2-14), 3, 6, 12 months	(T0) 45% central hypothyroidism; 25% of adolescents had hypogonadotropic hypogonadism, 35% high PRL, and 10% high F and ACTH, low IGF-1 in 5 patients T3: 2 boys with combined pit deficiencies T6: 1 boy with precocious puberty and 1 with GH deficiency T12: 5 new deficiencies



Chronic stage (starts at 3 months after TBI)

- The clinical features could be **very variable** and **not specific**, depending on the different axes involved.
- **(빈도 1) 성장호르몬 결핍증**- 성장 속도 감소, 성장 장애, 저신장
- **성조숙증**- 여 8세 전, 남 9세 전 이차성징 발현
- **(빈도 2) 생식샘 자극호르몬 결핍증**- 사춘기 지연 (여 13세, 남 14세 이차성징 미발현)
- **(빈도 3) 갑상샘 기능 저하증** - 성장속도 감소, 피곤, 학습능력저하
- **(빈도 4) 부신기능저하증**- 평상시 안정시에는 증상 모호하나, 신체적인 스트레스 상황 (감염, 외상 등)에 저나트륨혈증, 저혈당, 저혈압 등 응급상황 발생할 수 있음
- **요붕증**- 항이뇨 호르몬 부족으로 소변량 증가 (다뇨, 야뇨)하면서 물 섭취 증가 (뇌손상 심하여 acute stage 중추성 요붕증이 발생한 환자에서 만성적으로 지속될 가능성 있음)



뇌하수체 기능저하증



환경이 변화하더라도 우리 몸은 항상 일정한 상태로 유지되는데 이를 항상성이라고 합니다. 항상성은 생존 및 세포의 기능을 유지하는데 중요하며 호르몬이라는 물질이 관여합니다. 호르몬은 특정 세포에서 만들어져서 혈액을 따라 먼 곳에 있는 표적세포로 가서 생화학적 작용을 일으킵니다.

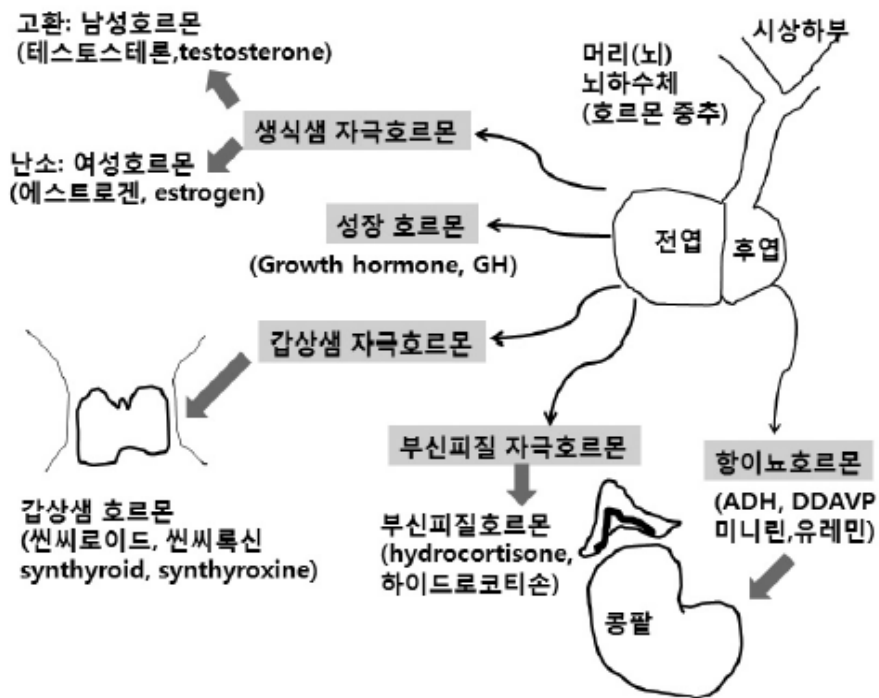
뇌에 위치한 시상하부와 뇌하수체는 호르몬 조절의 중추입니다. 시상하부의 지배를 받아 뇌하수체 전엽에서 성장호르몬, 생식샘자극호르몬(난포자극호르몬, 황체형성호르몬), 부신피질자극호르몬, 갑상샘자극호르몬, 뇌하수체 후엽에서 항이뇨호르몬이 만들어져서 분비됩니다. 시상하부는 호르몬 조절 이외에도 체온 조절, 수면 주기, 자율신경계 조절, 식욕 조절, 갈증 조절 등의 중요한 역할을 담당합니다.

정상인에서는 호르몬의 작용이 적정수준에서 잘 유지되어 있으며, 호르몬이 부족하거나 과잉이면 건강에 해를 끼칠 수 있습니다. 뇌종양(수술)이나 염증이 시상하부- 뇌하수체를 침범했거나, 방사선 치료(두개 내 또는 전신)를 받은 경우에 뇌하수체 호르몬 부족이 생길 수 있고 이를 뇌하수체 기능저하증이라고 합니다.

소아내분비 분과



뇌하수체 기능저하증



뇌하수체 호르몬의 표적세포

성장호르몬(뼈, 근육, 지방세포), 생식샘자극호르몬(고환, 난소), 갑상샘자극호르몬(갑상샘), 부신피질자극호르몬(부신), 항이뇨호르몬(콩팥세뇨관)



1) 갑상샘 자극호르몬

갑상샘을 자극하여 갑상샘 호르몬을 만드는데, 성장, 두뇌발달, 인지기능, 기초대사, 심장기능 유지, 뼈 및 치아의 발달 등에 중요한 역할을 합니다. 부족하면 성장 장애, 피곤함, 체중 증가, 변비, 찬 피부, 움직이려 하지 않음, 소변량 감소 등의 증상이 생깁니다.

부족이 생기면 경구약(씬지로이드 또는 씌지록신)을 하루 1회 복용하며, 3-6개월 간격으로 채혈하여 갑상샘 기능이 정상으로 유지되는지 확인하고 필요시 복용약의 용량을 의사가 조절합니다.

갑상선 기능검사

Free T4

Free T3

Thyroid stimulating hormone (TSH)

Morning cortisol
(8-9AM)

ACTH 자극검사
Insulin tolerance test

2) 부신피질 자극호르몬

부신피질을 자극하여 부신피질 호르몬을 만드는데, 우리 몸이 스트레스나 감염 등에 잘 대처할 수 있도록 돕는 중요한 역할을 합니다. 평상시에는 생리적인 용량의 하이드로코티손을 하루 1~3회 경구로 복용하는데, 만약 감염으로 인해 열이 나거나, 수술, 외상 등의 특별한 (스트레스) 상황이 발생하면 비상약으로 처방받은 스트레스 용량(평상시 생리적인 용량의 3-10배로 고용량임)을 반드시 복용해야 합니다.

이 호르몬이 부족하면 탈수(복통, 구토, 소변량 감소), 저혈당(쳐짐), 전해질 불균형, 저혈압, 속 등이 발생하여 생명이 위협할 수 있습니다. 특별한 상황 발생시 스트레스 용량의 비상약을 하루 3회 잘 복용하면 대부분 위기를 잘 넘기지만, 환자 상태가 평소와 다르게 불안정하고 생각되는 경우에는 주사약 투여가 필요할 수 있으므로 즉시 응급실로 내원하도록 합니다.



3) 항이뇨 호르몬

콩팥 세뇨관에 작용하여 몸의 수분과 전해질 항상성, 혈압을 유지합니다. 이 호르몬이 부족하면 콩팥에서 맹물을 흡수하지 못하여 맹물 같은 소변이 쏟아져 나오게 됩니다. 소변량이 너무 많으면(다뇨), 밤에도 계속 소변을 자주 보며(야뇨증), 소변으로 맹물이 계속 빠져나가서 몸에 수분이 부족해지면 시상하부에서 갈증을 느끼게 하여 아이는 계속 맹물을 찾아 마시게 됩니다(다음).

항이뇨 호르몬이 부족하여 다뇨, 야뇨 증상이 있더라도 시상하부 기능이 정상이면 갈증을 느껴서 스스로 맹물을 보충하므로 전해질 불균형은 발생할 가능성이 낮습니다. 하지만, 시상하부가 심하게 손상되어 갈증을 느끼지 못하는 환자이거나, 구토로 인해 물을 마시지 못하게 되는 상황에는 전해질 불균형이 발생할 수 있고, 심하게 처짐, 경련 등이 갑자기 발생할 수도 있습니다. 따라서 갈증을 느끼지 못하는 경우에는 하루 섭취해야 할 물양을 마시도록 챙겨 주어야 합니다.

항이뇨 호르몬은 경구약으로 하루 1~4회 복용합니다. 복용량은 체중과 무관하며 개인차가 있습니다. 한 개인에서도 컨디션에 따라 복용량이 약간 달라지기도 합니다. 따라서 아이에게 적당한 하루 소변량에 맞추어서 용량을 보호자/환자가 조절 가능하도록 교육합니다.

항이뇨 호르몬을 먹은지 1시간 정도 후에 소변량이 감소하며 (개인차가 있지만) 대개는 4-5시간 동안 효과가 지속됩니다. 약효가 다하면 소변이 다시 쏟아져 나옵니다. 갈증을 해소하는 정도로 수분을 섭취하면서 용량을 조절합니다.

뇌하수체 손상이 심한 경우

일반적으로 발생함

- 소변이 농축되는지 Urine Osm
- 혈액 전해질 검사

갈증을 느낄 때는 갈증이 없어질 만큼 충분한 맹물을 섭취합니다.

음료수

(스포츠 이온음료, 탄산음료, 주스, 가당 우유 등)은 절대로 섭취하지 않게 합니다.

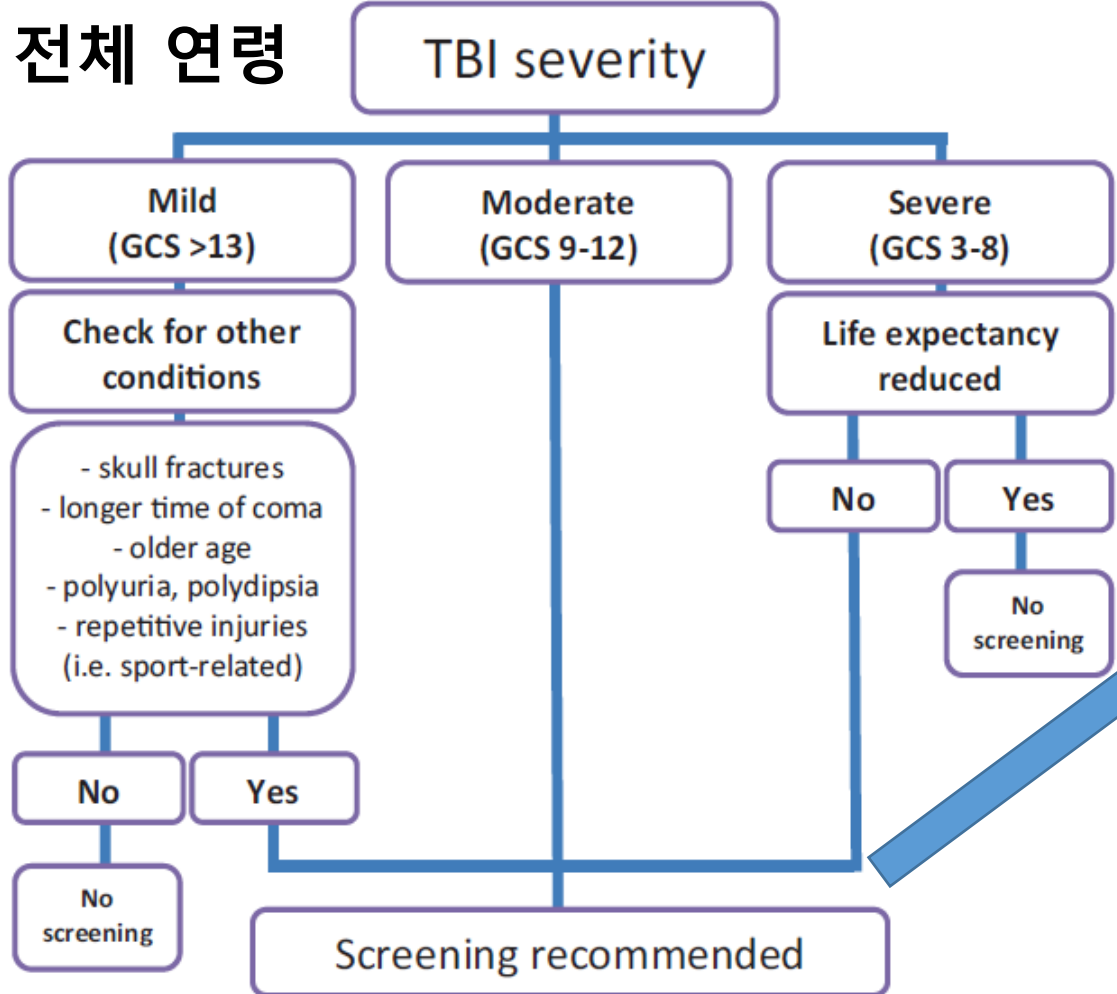
4) 성장 호르몬

뼈에 작용하여 키가 자라게 합니다. 또한 뼈를 튼튼하게 하고 근육량을 유지하며, 체지방량이 적당하여 비만이나 성인병이 발생하지 않도록 작용합니다. 성장호르몬이 부족하면 성장장애, 골다공증, 복부 비만, 성인병 (당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 심장 및 뇌혈관 질환 등) 발생의 우려가 있습니다. 종양 완치 후 (치료 종결 날짜로부터 대개 1년 정도 후) 2박 3일 입원해서 평가를 받습니다. 성장호르몬 분비에 관해 평가하고 부족한 경우 치료에 관해 의사와 상담하게 됩니다. 성장호르몬은 매일 자기 전에 피하로 투여하는 주사약이며, 투약법과 유의사항은 치료 시작할 때 자세히 알려드립니다. 성장기에 매일 자기 전에 고용량을 주사하고, 성장기가 끝나면 성인기 성장호르몬 주사가 필요한지 재평가하게 됩니다. 성인기에도 성장호르몬 결핍이면 저용량을 주사하게 됩니다.

5) 생식샘 자극호르몬 (난포자극호르몬, 항체형성호르몬)

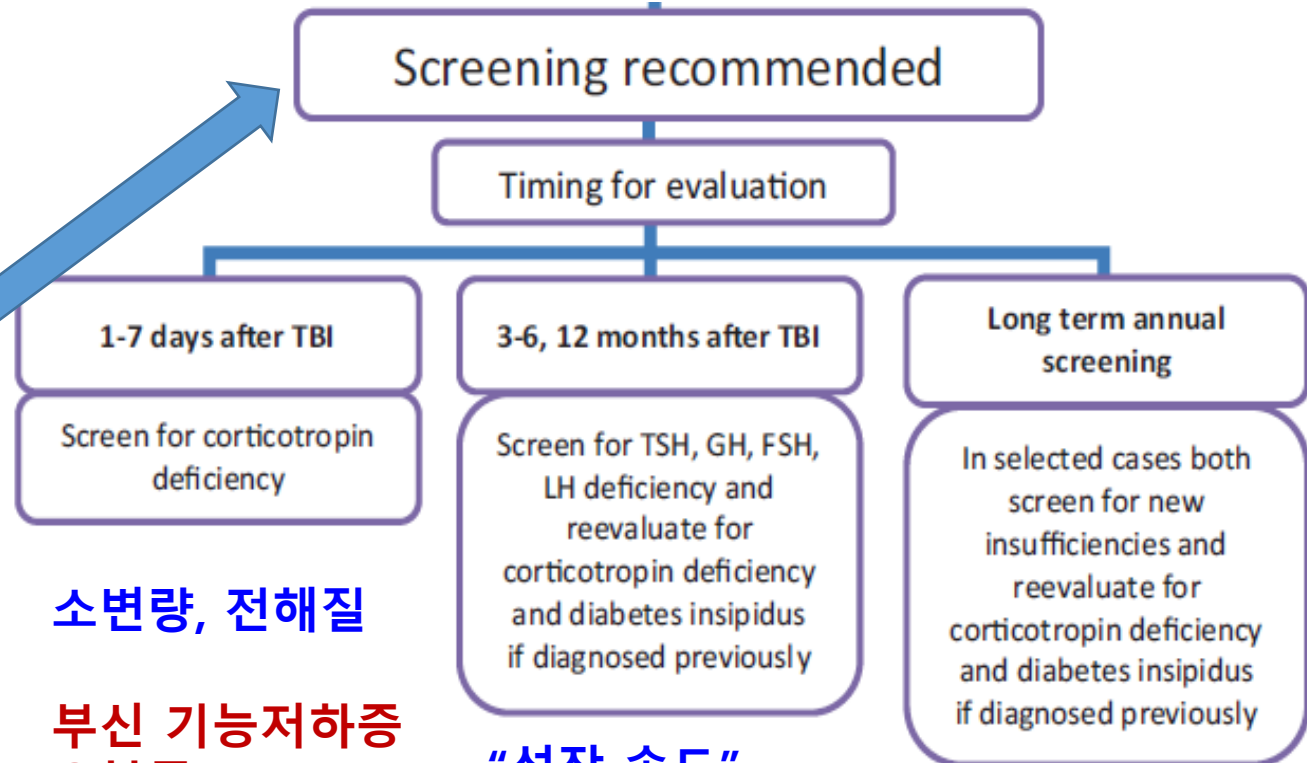
남아의 경우 고환을 자극하여 남성호르몬(테스토스테론)을 분비하여 고환, 음경, 음모의 발달이 이루어지도록 합니다. 여아의 경우 난소를 자극하여 여성호르몬(에스트로겐/프로제스테론)을 분비하여 가슴과 음모를 발달시키고 주기적인 월경과 자궁 발달을 돕습니다. 또한 10-20대 체성분(근육, 뼈, 체지방) 획득하는데 중요한 역할을 담당하여 이 호르몬이 부족하면 골다공증, 성인병이 발생할 우려가 있습니다. 정상적으로 10세 이후에 뇌하수체 생식샘 자극호르몬이 분비되어 사춘기 이차성징 발달이 시작되므로, 호르몬 부족 여부의 평가는 10세 이후에 가능합니다. 이차 성징의 발달이 지속적으로 없거나 여아에서 초경이 시작되지 않으면 적당한 시기에 성호르몬 투여를 시작하게 됩니다.

전체 연령



“특히 소아에서는?”

Proposed algorithm to assess pituitary function after TBI



소변량, 전해질

부신 기능저하증
요붕증
갑상선 저하증

“성장 속도”

“적절한 시기에 사춘기 진행하는지”
갑상선 기능, 코티솔, IGF-1
소변량 등

발생 빈도는?

Epidemiology of TBI-related hypopituitarism

- A recent systematic review including **1,203 adult patients** with TBI reported a pooled prevalence of **hypopituitarism of 27.8%** and **6.2% of multiples deficiencies**.

Endocr Rev 2015;36:305–42

- The **rate of TBI increases** *throughout childhood and young adult life and, by age 25*, approximately 1/3 of the population has experienced a head injury.
- **The prevalence in pediatric studies widely ranged from 5% to 57%**, depending on ***TBI severity (mild to severe), and study protocol or design.***
- Interestingly, pediatric cases had an “***interval episode*** between injury and **diagnosis**” ranging from ***1 to 42 years.***

Horm Res 2007;68(Suppl 5):14–17

Eur J Endocrinol 2006; 155:663–669

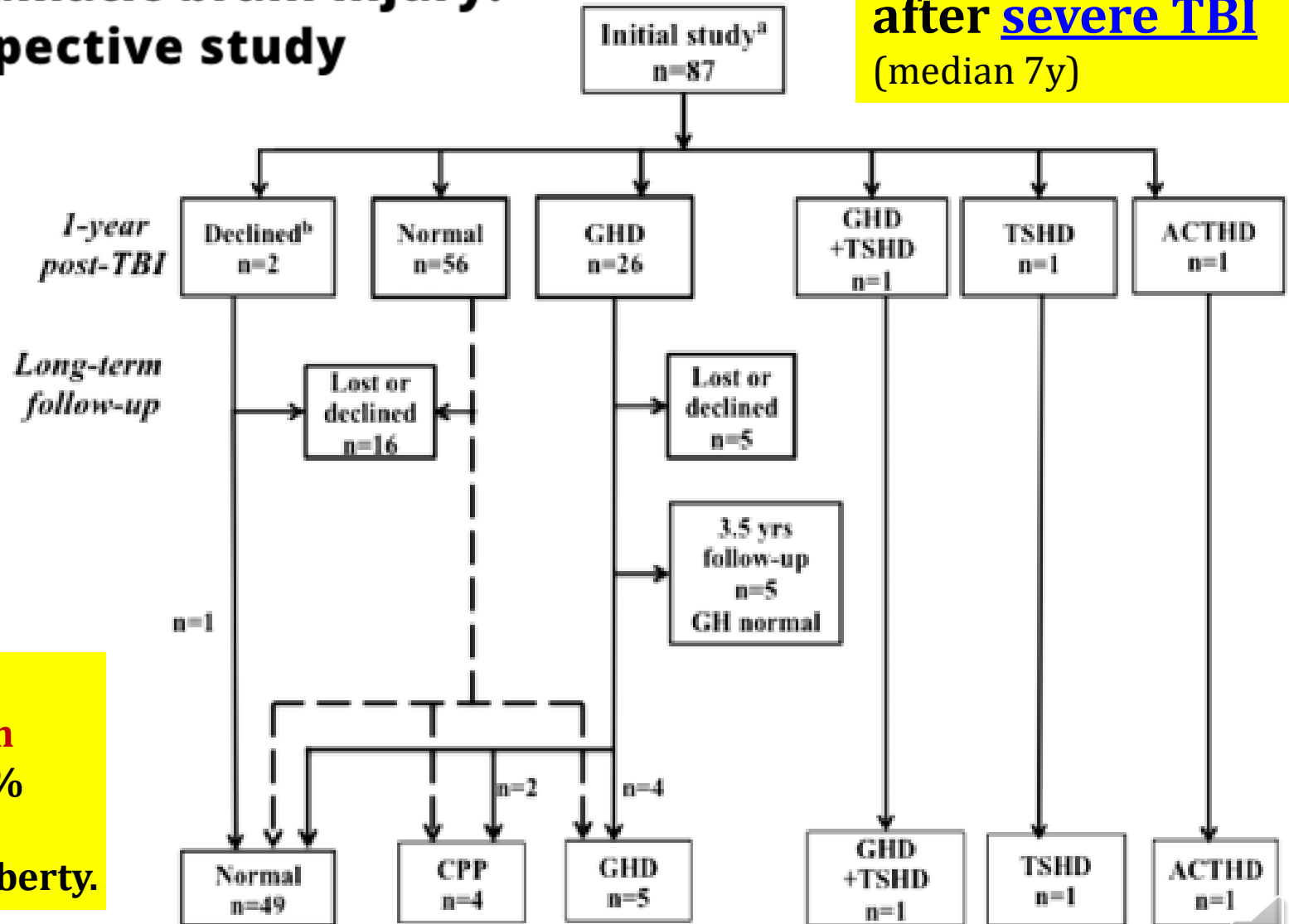


Pituitary deficiency and precocious puberty after childhood severe traumatic brain injury: a long-term follow-up prospective study

Pituitary dysfunction
61/87 (67%)
after severe TBI
 (median 7y)

N = 87
 Glasgow Coma Scale ≤ 8 (severe TBI)
 ✓ 5년 이상 추적
Inflicted TBI (n = 9)
Accidental TBI (n = 52)
 : Fall (n=15), Road accident (n=35),
 Others (n=2)
 ✓ 5년 이내 추적
Accidental TBI (n=5, 1F/4M)
 : Fall (n=1), Road accident (n=4)

During follow-up, we observed that **8/61 (13%) had pituitary dysfunction** (10% GHD, 3% TSH deficiency and 2% prolonged ACTH deficiency) and 4/61 (7%) central precocious puberty.



Grow hormone deficiency (GHD) after TBI

- Regardless of the height velocity, **a controversial issue** is **whether patients with a transient or permanent GHD should be treated early with GH.**
- GHD may have a role in post-concussion syndrome. **GHD may interfere with cognitive and physical rehabilitation** of children with severe brain injury.
- Several studies have demonstrated **beneficial effects of GH** on **cognitive function** in patients with other etiologies (prader willi syndrome etc).
- Thus, in children with early GHD diagnosed 1 year post TBI, transient or permanent, **further randomized clinical trials** examining the effects of early GH treatment **are needed** to assess the potential impact on recovery, rehabilitation and QOL.



Should We Assess Pituitary Function in Children After a Mild Traumatic Brain Injury? A Prospective Study

Pituitary dysfunction
27/109 (24.7%) at baseline
7/109 (7.2%) at 12 months
after mild TBI

N = 109

Age at TBI: 2~16y

Glasgow Coma Scale
 13-15 (mild TBI)








Impact (n = 10)

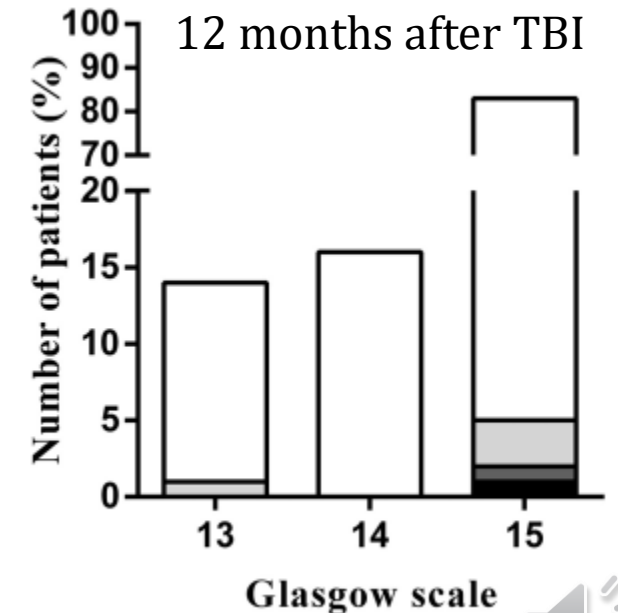
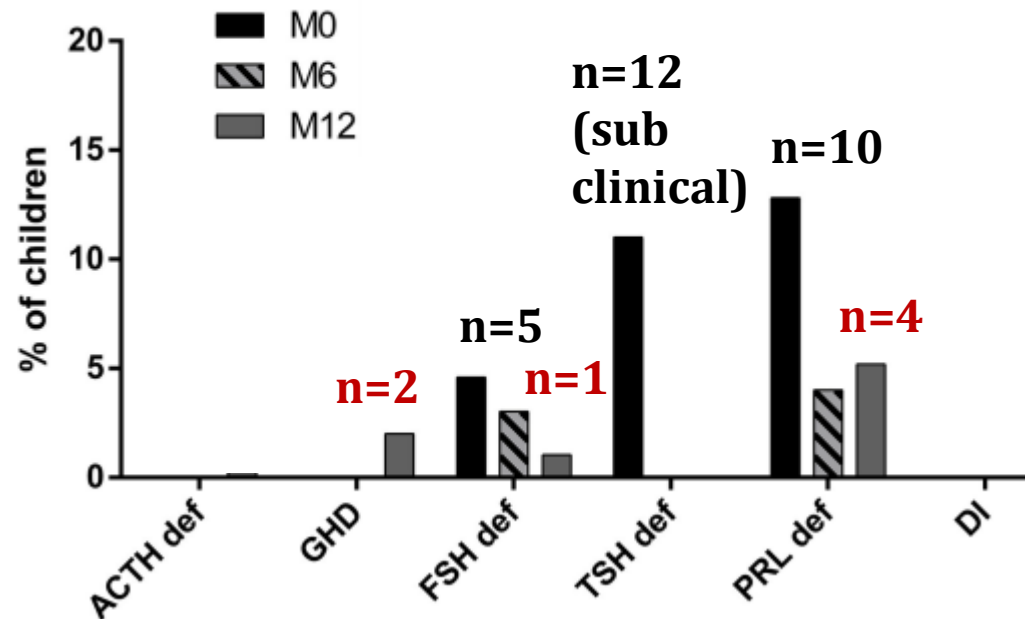
Falls (n = 60)

Cyclor (n = 13)

Moto vehicle (n=26)

Pituitary evaluation at traumatism (M0),
 6 months (M6) and 12 months (M12) after TBI

-  normal hormonal function
-  ACTH def
-  partial GHD
-  severe GHD
-  FSH def
-  PRL def
-  DI



Prospective pediatric studies assessing pituitary deficiency 1 year after TBI

Source	N	GCS	Pit. def (%)	GHD (%)	GHD test	ACTH def (%)	ACTH axis test
Einaudi et al. (5)	20	≤15	5	5	GHRH/O.S GH	0	Gluc. test
Kaulfers et al. (15)	31	≤12	29	5	Arg/O.S GH	0	Low dosage ACTH test
Norwood et al. (16)	32		25	16	Arg-gluc/O.S GH	19	Bas. cort
Aimaretti et al. (17)	23	≤15	30	30	GHRH-Arg	13	Bas. Cort/UFC
Jourdan et al. (18)	27	≤12		4	NA	0	Bas. cort
Ulutabanca et al. (19)	41	≤15	13	9	GHRH-arg	5	Bas. cort
Casano-Sancho et al. (4)	23	≤15+skull fracture	NA	39	Gluc/clonidine	13	Glucagon
Personnier et al. (20)	87	≤8	36	27	Gluc-betax/Arg-insulin	1	ACTH test
Krahulik et al. (21)	58	≤12	18	5	L dopa or ITT	3	Bas. cort /ITT

N, number; GCS, Glasgow Coma Scale; Pit Def, Pituitary deficiency; def, deficiency; OS GH, overnight spontaneous GH; Arg, Arginine; gluc, glucagon; betax, Betaxolol; ITT, insulin tolerance test; Bas. Cort, basal cortisol 8 a.m.

(5) *J Pediatr Endocrinol Metab.* (2006) 19:691–703.

(15) *J Pediatrics.* (2010) 157:894–9

(16) *Clin Pediatrics.* (2010) 49:1044–9.

(17) *J Endocrinol Invest.* (2005) 28:984–9

(18) *Dev Med Child Neurol.* (2012) 54:624–8.

(19) *Childs Nerv Syst.* (2014) 30:1021–8.

(20) *J Clin Endocrinol Metab.* (2014) 99:2052–60.

(21) *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* (2017) 161:80–5.



The best time for screening

- The best time for screening is **controversial**.
- **Most authors agree that 1 year after TBI** is the best time to identify permanent abnormalities.
- However, some authors **recommend starting screening at 6 months** so that endocrine problems could be detected early.
- **If TSH, ACTH or LH/FSH deficiencies are present, they should be treated,** although frequently alterations at 3 or 6 months resolve within 1 year.
- **At the same time, new deficiencies may be identified 1 year after TBI, and those are usually permanent.**



Endocrine monitoring after pediatric TBI

- Growth velocity (GV) 성장속도 3~6개월마다
- Height, weight, and body mass index percentile 키, 체중, 체질량지수 (백분위)
- Sexual characteristics 사춘기 검진
- **Basal Hormone** 기저 호르몬
 - Thyroid function test 갑상선 기능검사
 - IGF1 성장인자
 - Morning cortisol 아침 8시 코티솔
 - LH/FSH, sex hormone (or GnRH 자극검사) 사춘기 지연 의심 시
- 성장속도 감소 or IGF1 농도 감소 => 성장호르몬 자극검사 (2박 3일 입원)
- Morning cortisol 낮으면 => 저용량 ACTH 자극검사 (외래에서 가능)



4세 남아

- 39주 만삭아 3.6kg 출생
- 만 3세 6개월째 보행자 교통사고로 경막하 출혈 및 시신경 손상으로 타병원 수술 후 중환자실 치료 (타병원 입원시 키 94cm, 체중 15kg)
- 중추성 요붕증으로 항이노호르몬 치료 받았음
- 만 4세 서울대병원 내원 (내분비 평가 및 호르몬 조절 위해)
- 아빠 키 170cm 엄마 키 155cm, 엄마 초경 (중3)
- 만 4세 남아 키 98.4cm, 체중 17.8kg (BSA 0.7)
- 소변량 하루 2L, 맹물 섭취 하루 2-2.5L



기본 호르몬 검사

18-08-30] (외부) SNa 139, UOsm 39/UNa 13.3

18-09-10] (외부) Cortisol 6.1, free T4/T3/TSH (정상범위)

18-10-11] 전해질 정상 142/4.1/110, UOsm 67/UNa 18

free T4/T3/TSH (정상범위), IGF1 61 (감소), Cortisol 6.9 (감소)

18-11-20] **MRI sella; Not visualized posterior pituitary gland**, c/w central diabetes insipidus,
Focal cortical defects in right inferior frontal lobe and right temporal lobe

성장호르몬 자극검사 포함한 뇌하수체 기능 검사 위해 입원

정상 뇌하수체 (후엽 bright signal)



뇌하수체 기능검사 (TBI 이후 8개월째, 만 4세)

18-11-20] 성장호르몬 자극검사 : 정상

(1) clonidine 자극검사 GH peak 10.15 (충분)

(2) L-dopa 자극검사 GH peak 1.63

18-11-21] 저용량 ACTH 자극검사 Cortisol 8.1 → 30.5 (충분), ACTH 32.3

18-11-21] 수분제한검사

수분제한 → 농축 안되는 소변량 증가

→ 혈액 나트륨 및 오스몰 농도 Serum Na/Osm 151/311 (상승)되어 요붕증 확진

→ 항이뇨호르몬 투여 후 소변 농축 (Urine Osm 663) 되면서 혈중 나트륨 및 오스몰 농도 Na/Osm 141/286 (정상화) 되어 중추성 요붕증 확진

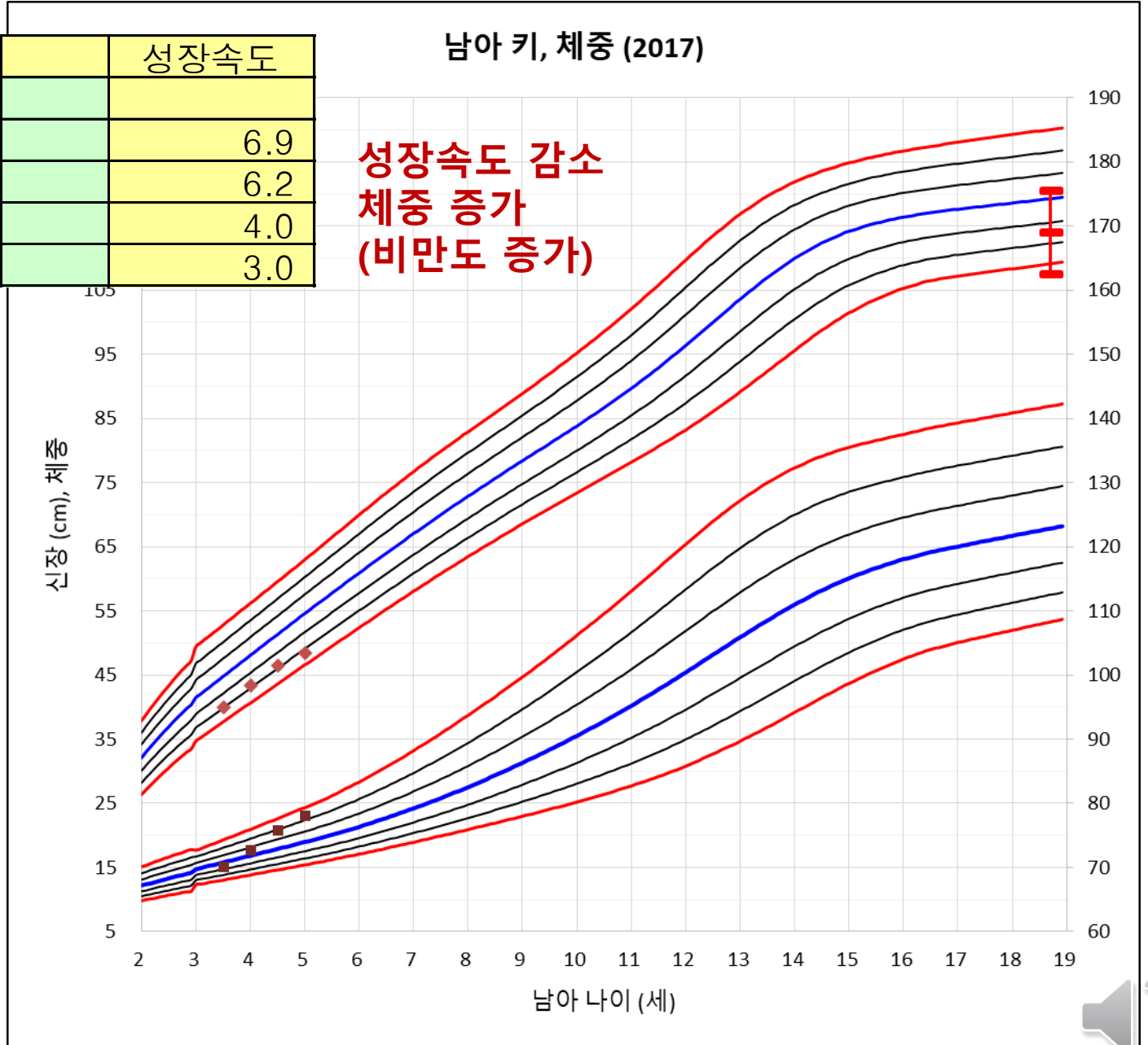
만 4세 어린 연령 사춘기 전 상태로 GnRH 자극검사는 시행하지 않음



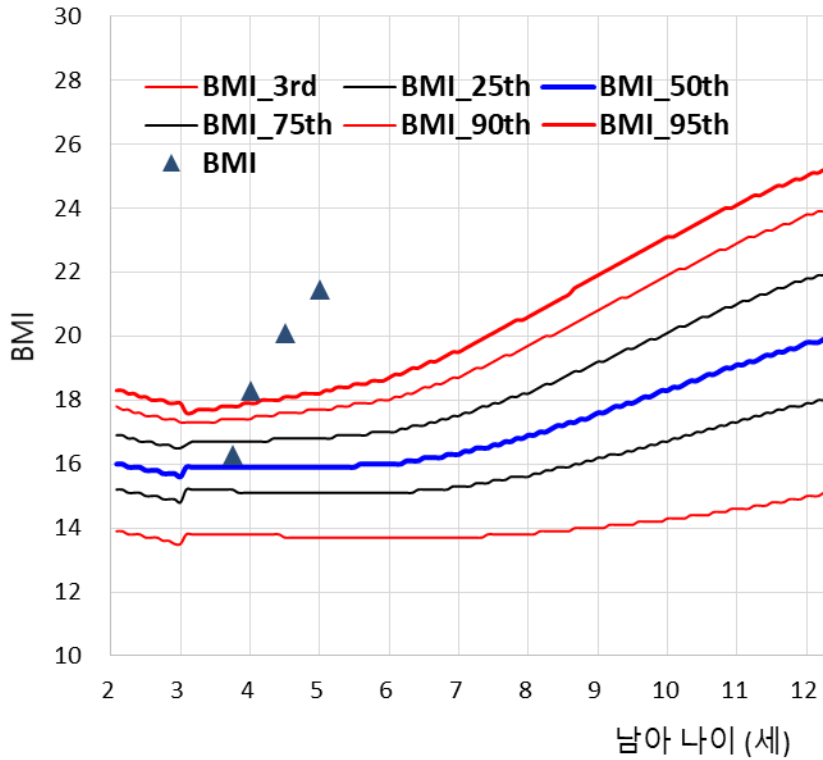
나이	신장	체중	골연령	BMI		성장속도
3.5	95.0	15		16.6		
4.0	98.4	17.7		18.3		6.9
4.5	101.5	20.7		20.1		6.2
5.0	103.5	23		21.5		4.0
5.5	105.0	25.0		22.7		3.0

남아 키, 체중 (2017)

성장속도 감소
체중 증가
(비만도 증가)



남아 BMI (2017)



뇌하수체 기능검사 (TBI 이후 2년째, 만 5.5세)

성장호르몬 자극검사 : 성장호르몬 결핍증

(1) clonidine 자극검사 GH peak 5.5 (부족)

(2) L-dopa 자극검사 GH peak 0.57 (부족)

저용량 ACTH 자극검사 Cortisol 6.1 → 21.0 (충분), ACTH 24.3

MRI sella; Not visualized posterior pituitary gland,

중성지방 및 LDL콜레스테롤 상승(+) => 고지혈증 식사요법 상담



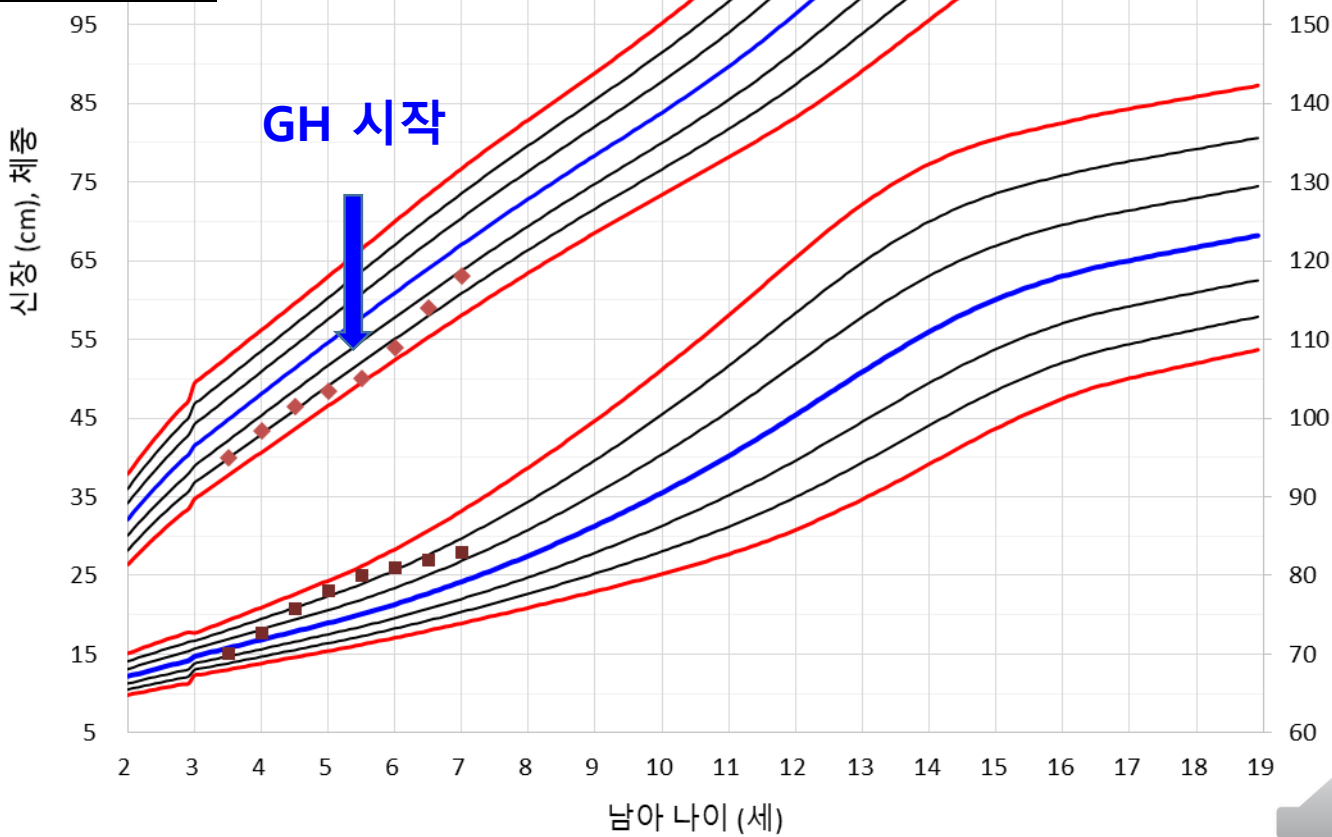
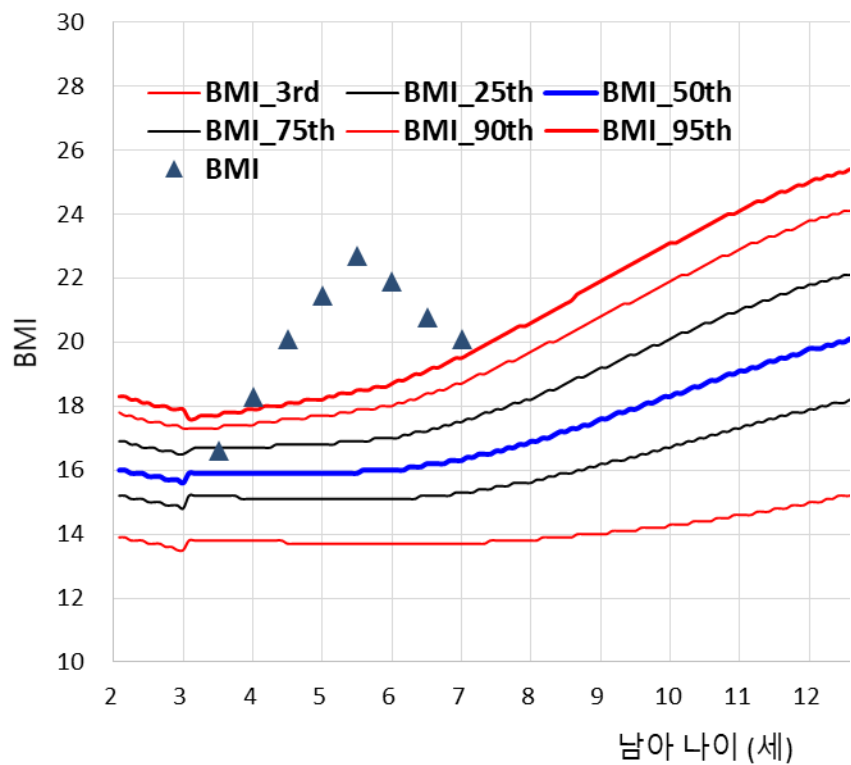
나이	신장	체중	골연령	BMI	성장속도
3.5	95.0	15		16.6	
4.0	98.4	17.7		18.3	6.9
4.5	101.5	20.7		20.1	6.2
5.0	103.5	23		21.5	4.0
5.5	105.0	25.0		22.7	3.0
6.0	109.0	26.0		21.9	8.1
6.5	114.0	27		20.8	9.9
7.0	118.0	28		20.1	8.0

남아 키, 체중 (2017)



성장속도 회복
체중 유지
(비만도 감소)

남아 BMI (2017)



요약

- 소아 연구보고가 제한적이거나, TBI 이후 뇌하수체 기능장애 발생할 수 있음.
- TBI 로 인한 직접 손상, 또는 간접 손상 (허혈, 염증 등)에 의해 급성 또는 만성 뇌하수체 기능장애가 발생 가능하며, 장기 추적 시 호르몬 결핍 발생 빈도는 성장호르몬 > 성호르몬 > 갑상선 호르몬 > 부신 호르몬 결핍증 순서임.
- TBI 심한 정도, 호르몬 평가 방법, 추적 기간 등에 따라 5%~67% 빈도 보고됨.
- Severe TBI 환자에서 요붕증, 부신 저하증, 갑상선저하증 발생에 대한 모니터링 요하며, 신경학적으로 회복된 이후 장기적으로 3~6개월 간격으로 성장 속도 및 기저 호르몬검사 추적이 추천됨.
- “키가 잘 안 자라요, 체중이 늘어요, 이차성징이 빠르거나 소식이 없어요” 등의 호소가 있는 경우 소아 내분비 전문의 의뢰 요함.
- 특히, 음료수, 불필요한 간식 섭취하지 않는 것이 중요함.



경청해 주셔서 감사합니다.

그리고 종양, 외상 등의 다양한 원인에 의해 뇌손상
받은 소아환자들이 재활치료를 통해 호전되고 있
습니다. 항상 진심으로 감사합니다.

