

## \* 신경내분비

### 근거요약

#### 서론 및 배경

신경내분비 이상은 신경인성 호르몬 불균형과 장기-특이적인 뇌하수체 이상을 아우르는 용어이다. 이미지 검사는 일반적으로 뇌하수체와 터키안 주변부에 중점을 두어야 하며 내분비 평가가 필수적이다 [1]. 뇌하수체의 이상은 종종 자주 다른 적응증에 의해서 시행된 영상검사서 우연히 발견되며 이것은 잠재적인 내분비이상과 연관이 있을 수 있다 [2]. 그래서 이런 병변의 추적 검사에는 이쪽에 초점을 둔 영상검사가 흔히 요구된다.

시상하부-뇌하수체 축은 뇌하수체 전엽과 후엽의 두개의 분리된 신경내분비 기관으로 구성되어 된다. 뇌하수체 전엽의 호르몬에는 갑상선자극호르몬(thyroid-stimulating hormone), 부신결절자극호르몬(adrenal corticotrophic hormone), 프로락틴(prolactin), 성장호르몬(growth hormone), 생식샘자극호르몬(gonadotropins)이 있다. 이들은 시상하부의 영양인자들의 영향하에 분비된다. 뇌하수체 후엽은 신경세포체가 시상하부에 있는 뉴런의 축삭의 말단으로 구성된다. 이 세포들에서 분비되는 주호르몬으로는 옥시토신(oxytocin)과 바소프레신(vasopressin) 또는 항이뇨호르몬(antidiuretic hormone)이 있다. 시상하부는 또한 섭식, 체온 조절, 수면 및 각성, 기억, 갈증 과 다른 자율신경 기능의 복잡한 중재과정에 관여한다.

적절한 영상 기법의 선택을 위해 체계적 검색을 시행하여 4편의 가이드라인이 최종 선정되었고 이를 통해 핵심 질문에 맞는 권고안을 도출하였다 [3-6].

#### KQ 1. 성인에서 뇌하수체의 기능 저하가 의심되거나 알고 있는 경우 초기 검사는?

권고 1. 성인에서 뇌하수체 기능 저하가 의심되거나 알고 있는 경우 초기 검사로는 터키안 MRI 가 적절하며, 경우에 따라 조영제의 사용이 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)

권고 2. 터키안 CT는 초기 검사로 권고될 수 있으며, 터키안에 영향을 미칠 수 있는 두개저의 뼈파괴병변을 찾거나 수술 계획을 위한 시행을 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준IV)

뇌하수체 기능 저하증은 뇌하수체 외부의 고형성 또는 낭성 병변이나 뇌하수체 내부의 병변에 의해 생길 수 있다. 남자에서 작은 프로락틴-분비 선종은 저생식샘자극호르몬 생식샘저하증을 일으켜 성욕의 감소와 발기부전을 일으킨다 [1]. 신경내분비계에 영향을 미칠 수 있는 다른 흔한 종괴 병변은 생식세포종양, 뇌수박종, 두개인두종, 라스케열낭종 등이다 [7]. 전이성 병변, 사코이드증, 그리고 다른 염증성 질환이 터키안과 터키안 주변을 침범할 수도 있다. 추가로 빈안장증후군이 지주막하공간의 터키안으로의 돌출과 함께 보일 수 있는데 이것은 보통 우연히 발견되는 소견으로 30% 가까이의 환자들은 검사에서 생식샘기능저하증을 보인다 [8].

터키안CT는 터키안에 영향을 미칠 수 있는 두개저의 뼈파괴병변과 큰 뇌하수체선종을 찾는 데 쓰인다. 최적화된 기술을 쓰더라도 CT는 뇌하수체 병변을 찾는 데 MRI보다 덜 민감하다 [9]. 정맥내 조영제주사는 병변을 특성화 하거나 연부조직침범을 평가하는데 유용할 수 있다. 그러나 일차영상검사로 간주되지 말아야 한다. 이중에너지기술을 사용하는 CT는 큰 뇌하수체 종양을 뇌수막종 같은 다른 종양으로부터 구분할 수 있다 [10]. 고형 종양은 터키안

상부수조의 뇌척수액과 혼동될 수 있는 낭성 병변들과 비교하여 쉽게 구분될 수 있다. 선택된 터키안 상부 종양의 CT특성들은 그들의 특성화에 도움이 될 수 있다. 해면정맥동의로의 종양침범은 발견하기 힘들 수가 있으며 추가적으로 검사를 위해 정맥조영제 투여가 필요할 수도 있다. 이중위상 CT영상검사는 최초의 영상검사로는 적합하지 않다. 얇은 절편획득과 다중평면 재구성은 직접적인 관상 영상을 크게 개선시킬 수 있으며 필수적이다. 이것은 또한 경첩형동 수술에서 수술중 탐색을 돕고 접형동 뼈의 해부학적 세부사항을 제공할 수 있다.

두부CT 혈관조영술과 두부MR 혈관조영술은 시상하부-뇌하수체 축에 매우 드물게 증상을 일으키는 뇌동맥류가 의심되는 경우에 적응증이 된다. 그 외에 일반적으로 초기평가에 쓰이지 않는다 [11].

고해상도 뇌하수체 프로토콜을 사용한 터키안 MRI는 뇌하수체 및 터키안 병변을 평가하는데 선호되는 진단검사이다[1, 7]. 고해상도의 터키안과 터키안 상부에 초점을 맞춘 영상범위를 가진 조영증강 전 후의 이미지에서 해부와 뇌하수체, 누두부, 시신경교차 및 혈관구조물을 침범하는 병태는 확실하게 식별되고 특성화 될 수 있다 [12, 13]. MRI는 뇌하수체 후엽의 결여 및 이소증을 확인할 수 있다. 뇌하수체 발육부전은 이미지에 기초해서 제안될 수 있으나 뇌하수체 형성저하에 대한 객관적인 기준은 존재하지 않는다 [12, 14]. 빈안장증후군은 조영증강 전 MRI에서도 잘 식별될 수 있다.

뇌하수체 저하증의 평가에서 추체정맥동의 샘플링은 유용한 검사가 아니다. 일반 방사선 사진은 터키안 병태를 평가하는데 있어서 민감도 및 특이도가 낮은 검사이다.

**KQ2. 성인에서 뇌하수체의 기능과다가 의심되거나 알고 있는 경우 초기검사는?**

- 권고 1. 성인에서 뇌하수체 기능 과다가 의심되거나 알고 있는 경우 초기 검사로는 터키안 MRI 가 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)
- 권고 2. 조영증강 터키안 MRI는 수술안내를 위해서 시행될 수 있으며 역동적조영증강 MRI는 미세선종의 식별을 위해 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준II)

뇌하수체 선종은 성인에서 뇌하수체의 가장 흔한 병변이다. 내분비 기능과다가 의심되는 경우에 영상검사가 종양의 식별, 특성화, 추적관찰, 수술적 치료계획을 위해 적응증이 된다 [1, 7, 15]. 종양은 도파민 유사체나 다른 약물을 이용한 내과적 치료에 반응을 할 수 있다. 뇌하수체 선종은 크게 자랄 수 있지만 보통 호르몬 분비 종양은 10mm미만의 작은 크기이다. 프로락틴 분비 선종은 폐경전 여성에서 미세선종은 무월경, 젖분비과다 등의 증상을 일으키고, 남자에서는 시신경교차가 압박되어 시야증상이 생기기 전까지 무증상일 수 있으며, 저생식샘자극호르몬 생식샘저하증, 성욕의 저하나 발기부전 등의 증상을 일으킬 수 있다 [16].

CT는 큰 뇌하수체 선종을 식별해낼 수 있으며 조영증강 CT는 일부 미세선종도 구별해 낼 수 있다 [17]. 큰 종양은 터키안의 확장이나 주변뼈의 미란, 터키안상부로의 확장, 경사대(clivus)로의 침범과 같은 터키안의 리모델링을 일으킨다.

두부CT 혈관조영술은 일부 수술 계획이나 영상 가이드를 위해 쓰일 수는 있으나 최초검사로서는 일반적으로 쓰이지 않는다. 과다기능 뇌하수체 선종이 의심되거나 있는 환자에서 두

부MR 혈관조영술 및 일반방사선 사진촬영에 관한 관련 문헌은 없다.

고해상도 뇌하수체 프로토콜을 사용한 터키안 MRI는 호르몬분비 선종이 의심되는 경우의 표준검사이다 [18]. 조영증강 전 MRI에서 직접적으로 뇌하수체를 볼 수 있으며 조영증강 후 MRI에서는 전형적으로 정상조직보다 덜 조영증강되는 병변으로 보이는 작은 선종을 더욱 명료하게 볼 수 있다 [19, 20]. MRI는 조직경도를 특성화 하는데에 사용되어 왔으며 말단비대증 환자들에서 치료반응을 예측하는데도 사용되어져 왔다 [21]. 뇌하수체의 역동적조영증강영상은 미세선종의 식별에 일부저자들로부터 추천되어 왔다 [22]. 호르몬분비 뇌하수체 종양은 미세선종 (<10mm)이 더 흔한데 이는 고해상도, 초점을 맞춘 영상범위, 얇은 절편 등의 필요성을 더 강조한다. MRI는 T2WI에서 신호강도가 감소되어 보이는 선종내의 출혈을 특성화 할 수도 있다 [23].

추체정맥동의 샘플링은 확실하게 뇌하수체 호르몬 과다가 있지만 내과적 치료가 실패하고 영상검사에서 이상 소견이 없거나 애매하고 수술이 계획되어 있을 때 시행하는 침습적인 검사이다 [24].

**KQ3. 성인에서 요붕증(diabetes insipidus) 있을 때 초기 검사는?**

권고 1. 성인에서 요붕증이 있을 때 초기 검사로 터키안 MRI 검사가 적절하다. (권고등급 A, 근거수준II).

권고 2. 조영증강 터키안 MRI 가 여러 질환의 감별진단에 도움이 된다. 그러나 신기능 저하 혹은 과민반응의 과거력 등의 이유로 조영제 사용이 어려울 경우 비조영증강 터키안 MRI 검사를 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준II)

권고 3. MRI 검사는 터키안 및 터키안상부 영상에 최적화된 프로토콜으로 시행하는 것이 적절하다. (권고등급A, 근거수준IV)

요붕증(Diabetes insipidus)의 원인 중 중추신경계의 이상은 뇌하수체 줄기 및 시상하부-뇌하수체 축을 침범하는 질환과 관련이 있을 수 있다 [7, 25]. 이러한 원인은 종양 염증성 병변, 그리고 그 외 기타 질환으로 분류할 수 있다. 이러한 병변들에 의한 뇌하수체 줄기 및 시상하부-뇌하수체 축을 침범하는 병변은 환자의 증상을 설명할 수 있다 [7, 8, 25]. 따라서 성인에서 요붕증이 있을 때 초기 검사는 해당 병변을 정확하게 선별하고 감별할 수 있는 MRI 검사가 추천된다. 조영증강 영상은 감별진단에 도움이 되어 사용이 추천된다. 그러나 비조영증강 MRI 또한 진단적으로 중요한 정보를 제공할 수 있으므로, 대상자의 임상적 상황에 따라 비조영 증강 검사만 시행할 수 있다.

뇌하수체 및 두개저부를 위해 설계된 MRI 촬영 프로토콜로 획득된 뇌하수체 MRI 영상은 요붕증이 있는 성인에서 1차 검사로 가장 적절하다. 특히 얇은 절편 T1 강조 영상은 뇌하수체 후엽의 정상 T1 고신호강도를 확인할 수 있어, 이러한 신호의 소실을 확인하여 뇌하수체 후엽 이소증 혹은 만성적 요붕증에 의한 소견으로 의심할 수 있다. 얇은 절편 T2 강조영상을 통하여 뇌하수체 및 뇌하수체 줄기의 위축, 외상에 의한 손상, 염증성 병변 및 종양에 의한 침범을 확인하는데에 도움이 된다 [26]. 조영증강 검사는 병변의 감별진단에 도움이 되나 screening 에 필수적으로 시행될 필요는 없다. 따라서 대상자의 임상적 상황에 따라 조영

증강 검사는 선택적인 시행이 추천된다.

뇌하수체 CT 는 터키안 상부수조의 종괴 등을 진단할 수 있으며 뇌하수체 줄기를 침범하는 병변을 확인 할 수도 있다. 그러나 낭성 병변 (cystic tumor)은 CT 에서 구분이 어려울 수 있다. 얇은 두께의 다평면 재구성 영상이 진단에 필수적이다. 조영증강 CT 의 경우 뇌하수체 줄기의 조영증강 및 뇌하수체줄기 병변을 구분하는데 도움이 될 수 있으나 MRI 와 비교하여 그 진단적 가치가 떨어진다. 또한 전리방사선의 피폭에 의한 피폭을 고려할 때 뇌하수체 CT 는 요붕증이 있는 성인의 1차 검사로 제한적으로 고려될 수 있으나 추천되지 않는다.

CT 뇌혈관 조영술은 수술 계획등을 위하여 필요할 수 있으나 초기 검사로 적절하지 않다. MR 뇌혈관 조영술 및 일반방사선 사진촬영은 초기검사로 진단적 가치가 없다. 추체정맥동 샘플링은 요붕증의 초기검사로서의 가치가 보고된 문헌이 없다.

#### KQ4. 성인에서 뇌하수체 졸중(pituitary apoplexy) 있을 때 적절한 검사는?

- 권고 1. 성인에서 뇌하수체 졸중이 의심되는 임상 상황에서 초기 검사로는 고해상도 뇌하수체 시퀀스를 이용한 비조영증강 MRI 검사가 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)
- 권고 2. MRI 촬영이 어려운 경우이거나 두개내 출혈, 종괴를 응급실에서 배제하기 위한 용도로 비조영증강 CT를 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준IV)

뇌하수체 졸중은 뇌하수체의 출혈 또는 혈관 손상과 관련하여 급작스럽게 발생하는 신경학적 증상과 호르몬 기능 장애를 말한다 [27, 28]. 뇌하수체 출혈을 발견하기 위해 영상검사를 사용할 수 있으며 이러한 뇌하수체 출혈은 뇌하수체 선종의 초기 증상, 치료 후 상태 또는 이전 방사선 치료 과거력, 임신, 항응고제 사용 및 외상 등에 의해 발생할 수 있다.

고해상도 뇌하수체 시퀀스를 사용한 자기공명영상은 뇌하수체 졸중이 의심되는 환자를 평가하기 위한 주요 수단이다 [27]. MRI를 이용하면 종양 및 이에 동반된 터키안 확장, 출혈 등을 잘 볼 수 있다. 비조영증강 자기공명영상은 출혈 검출에 민감한 것으로 알려져 있다 [29]. 뇌하수체 졸중은 기존 뇌하수체 선종내 출혈에 의해 가장 흔하게 발생하지만, 다른 연조직 종양의 경우 영상에서 유사한 모습을 보일 수 있다. 예를 들어, 두개인두종 또는 라트케열 낭종의 경우 단백질의 함량에 의해 T1 고신호강도를 보일 수 있으며, 유피낭종이나 기형종의 경우에는 지방 때문에 T1 고신호강도를 나타낼 수 있는데 이러한 경우 T1 지방 억제 영상을 포함하여 촬영하면 이를 구분하는 데 도움이 될 수 있다. 허혈성 뇌하수체 졸중이 의심되는 임상 상황에서 조영증강 자기공명 영상으로 종양내 괴사나 허혈에 의한 뇌하수체 중앙부의 조영증강 저하 소견이 보일 수 있으며 수술전 평가에도 조영증강이 도움될 수 있으나 조영증강 영상이 1차적으로 추천되지는 않는다.

CT는 뇌하수체 또는 뇌하수체 상부의 종괴를 발견할 수 있고 석회화의 발견이 용이하여 두개인두종을 감별하는 데 도움이 되나 급성 뇌하수체 출혈의 검출에 대해서는 MRI보다 덜 민감하다 [25]. 조영증강을 시행할 경우 출혈과 조영증강 병변을 구별하는 데 도움이 될 수 있지만 1차적으로 조영증강을 시행하는 것은 추천되지 않는다. 뇌하수체 졸중은 갑작스러운 두통과 동안신경의 마비로 나타날 수 있기 때문에 응급실에서 두개내 출혈이나 종괴를 배제하기 위한 초기 검사로 CT를 고려할 수 있다.

**KQ5.** 성인에서 뇌하수체나 터키안 종양 수술 (postpituitary or sellar mass resection)을 받았던 경우 적절한 검사는?

- 권고 1. 성인에서 뇌하수체 종양 수술 후 추적 검사로 MRI가 가장 적절하며, 수술 후 생길 수 있는 육아종과 감별을 위하여 수술 후 3개월이후 촬영이 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)
- 권고 2. 조영 증강 영상 및 확산강조영상 (diffusion weighted images) MRI는 추적 검사에서 반드시 필요하지 않으나, 재수술 계획 및 정밀한 검사를 위해서는 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준II)
- 권고 3. 뇌하수체 종양 수술 후 재발된 종양의 두개골 침습이 의심되는 경우 CT가 적절하다. (권고등급A, 근거수준IV)

뇌하수체 선종 부분 절제 후 또는 비기능 선종 절제후, 비선종 뇌하수체 종양 절제 후에 일정시일이 지난 후 추적 영상검사를 실시한다 [30, 31]. 수술 직후에는 수술로 인한 변화 때문에 추적검사를 시행하기 어렵다. 수술 후 추적검사의 시기와 횟수에 관해서는 다수의 논문이라 발표되었으나, 대부분 경접동 수술 시행 후 3개월이 지난 후에 시행하는 것을 권고한다 [30, 32, 33].

종양의 두개골 침습 여부는 자주 일어나는 현상은 아니지만, 반드시 찾아내야 한다. 종양의 두개골 침습 여부는 CT로 가장 잘 평가할 수 있으며, 조영제는 꼭 필요로 하지 않는다 [34].

임상적으로 혈관성 합병증이 의심되지 않는 한 수술 후 추적 영상으로 CT혈관 조영술 및 MR 혈관 조영술은 필요로 하지 않는다.

MRI 는 수술 추적 영상 검사에 가장 적합한 방법이다. MRI 는 수술 후에 재발이 의심되거나, 작은 종양을 찾아내는 데 도움이 된다. 또한 내분비 치료에 이상반응을 보이는 호르몬 분비 기능성 선종을 찾아내는 데 도움이 된다 [30, 35]. 도파민과 같은 호르몬 치료에 이상반응을 보이지 않는 종양의 경우는 MRI 추적 검사가 반드시 필요한 것은 아니다 [36]. 확산강조영상(diffusion weighted image) 의 경우는 수술 후 육아 조직과 종양 재발의 감별에 도움이 된다 [37]. 높은 해상도로 MRI 촬영하는 것은 해면정맥동의 침습이나 기타 수술 합병증을 평가하는 데 도움이 된다. 조영제 증강 MRI 는 수술 계획목적으로 도움이 될 수 있다. 수술 후 추적 검사에 있어서 일반방사선사진 촬영의 역할은 미미 하다.

**KQ6.** 소아에서 성조숙증이 있는 경우 적절한 검사는?

- 권고 1. 소아에서 성조숙증이 있는 경우 최초검사로는 터키안 MRI 가 적절하며, 경우에 따라 조영제의 사용이 적절하다. (권고등급A, 근거수준II)
- 권고 2. 두부 MRI는 일부 성조숙증 이외에 동반되는 중추신경계 증상이 있는 경우와 선천성 기형 양상을 확인하는 경우 등에 검사 하는 것을 고려할 수 있다. (권고등급B, 근거수준 IV)

성조숙증의 주요 원인은 특발성임에도 불구하고, 뇌종양, 외상, 감염, 수두증 및 성숙되지 않은 성호르몬 촉진 호르몬(침습이나 종괴 효과 때문에 발생하는)에 의한 증후군등이 관련

되어 있을수 있다 [38-43].

성조숙증의 적절한 진단영상검사에 대해서는 논란이 있으며, 항상 중심성 원인을 추정하는 호르몬 검사를 뒤따르게 된다 [44, 45]. 증상 발생 시 아동의 나이가 중요한데, 여기서 6세 이하의 소녀와 9세이하의 소년은 중추신경계 이상을 보일 가능성이 가장 높으므로 MRI로 검진해야 한다 [44, 46-48]. 6세에서 8세 사이의 여자아이의 경우, 중추신경계 병변을 식별할 확률은 2%에서 7%로 추정되고, 종양인 경우는 1% 이하이다[44, 49]. 일상적인 중추신경계 영상화의 필요성은 논란이 되고 있으며 신중한 임상적 고려가 필요하다 [47, 50].

터키안 CT는 터키안의 전체적인 크기와 구조를 평가할 수 있으나, 주변의 연조직에 대한 정보는 적으며, 배세포종, 상상세포종, 지주막 낭종등의 뇌하수체 상부의 큰 병변과 수두증과 같이 뇌실의 육안적 형태가 변하는 경우 식별할 수 있고[51], 조영제 사용은 고형 종괴를 두드러지게 할 수 있지만 초기 선별 검사로는 거의 표시되지 않는다.

뇌혈관 조영 CT는 운영 계획이나 이미지 지침의 일부일 수 있지만, 초기 평가에 일상적으로 사용되지 않으며[52], 뇌혈관 자기공명영상도 성조숙증의 사용에 관한 관련 문헌은 없다.

터키안 MRI는 시상하부-뇌하수체 축과 터키안 주변부를 평가하기 위해 선호되는 영상 방법이다 [45, 53]. 가돌리늄 기반의 조영제는 병변의 특성화에 추가적인 도움이 된다. 선종과 라트케 낭종과 같은 작은 뇌하수체 병변에서 조영제 사용 없이는 간과될 수 있고, 또 조영제 사용하면 조영 안되는 시상하부 과오종과 조영되는 성상세포종을 구별할 수 있으나, 일선의 검사로 간주해서는 안되며, 오직 사용 지침에 따라 사용할 수 있다. MRI는 시상하부에 종괴 효과 뿐만 아니라 보다 구분하기 어려운 종괴를 감지하고 뇌하수체 형태학을 직접 평가할 수 있어, MRI는 성조숙증 환자에서 심각한 두통, 시각 변화 또는 발작과 같은 중추신경계 증상이 동시에 있는 경우, 연령과 성별의 저널에 관계없이 적절하다[47]. 비록 선천성 기형은 초기 유년기에 잘 나타나며 [54] 일반적으로 조영제 사용이 필요하지 않다고 하더라도, 이런 선천성 이상 양상은 MRI에서 더 잘 볼 수 있다.

성조숙 사춘기의 평가에서 추체정맥동의 샘플링 및 일반 방사선 사진 사용에 관한 관련 문헌은 없다.

## 권고 고려사항

### 1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

신경내분비 이상 환자의 일차 진단 영상 검사로 터키안 MRI를 시행하는 경우 방사선의 위해가 없다는 장점이 있으나, MR의 일부 기법은 고성능 장비에서 숙련된 인력에 의한 검사와 판독이 필요하기 때문에 모든 의료기관에서 시행하기 어려운 단점이 있다. 또한 CT에 비해서 소요시간이 길고, 환자가 이전의 수술이나 치료 등에 의해 두경부 부위에 금속물을 삽입한 경우 영상 왜곡 (metal artifact)이 발생할 수 있으며, 드물지만 신원성 전신섬유증 (nephrogenic systemic fibrosis)의 위험이 있으므로, 이를 고려하여 적용하여야 한다. MRI를 시행하지 못하는 환자에서 차선으로 시행 될 수 있는 CT는 방사선 피폭의 단점이 있으며, 터키안 CT는 일반적으로 터키안 MRI보다 진단 정확도가 낮다.

CT 혈관조영술과 MR 혈관조영술은 혈관병변이 의심되거나 수술계획 시에 시행할 수 있으나 일차적 검사는 아니며 CT 혈관조영술은 방사선 피폭이 발생하는 단점이 있다.

추체정맥동의 샘플링은 다양한 정도의 방사선 피폭이 발생하며 침습적인 검사이다. 확실하

게 뇌하수체 호르몬 과다가 있지만 내과적 치료가 실패하고 영상검사에서 이상 소견이 없거나 애매하고 수술이 계획되어 있을 때 시행하며 그 이외에는 이득이 없다.

## 2. 국내 수용성과 적용성(Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되어 있다.

## 3. 검사별 방사선량

터키안 MRI 및 두부 MRA 0

터키안 CT 3

조영증강 두부 CTA 4

터키안 일반방사선 촬영 1

추체정맥동 샘플링 다양한정도의 1

## 참고문헌

1. Bonneville, J.F., Magnetic Resonance Imaging of Pituitary Tumors, in *Frontiers of Hormone Research*. 2016. p. 97-120.
2. Esteves, C., et al., Pituitary incidentalomas: analysis of a neuroradiological cohort. *Pituitary*, 2015. 18(6): p. 777-781.
3. Vicente, A., B. Lecumberri, and M. Gálvez, [Clinical practice guideline for the diagnosis and treatment of pituitary apoplexy]. *Endocrinol Nutr*, 2013. 60(10): p. 582.e1-582.e12.
4. Melmed, S., et al., Diagnosis and treatment of hyperprolactinemia: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab*, 2011. 96(2): p. 273-88.
5. Burns, J., et al., ACR Appropriateness Criteria(®) Neuroendocrine Imaging. *J Am Coll Radiol*, 2019. 16(5s): p. S161-s173.
6. Petak, S.M., et al., American Association of Clinical Endocrinologists Medical Guidelines for clinical practice for the evaluation and treatment of hypogonadism in adult male patients--2002 update. *Endocr Pract*, 2002. 8(6): p. 440-56.
7. Go, J.L. and A.G. Rajamohan, Imaging of the Sella and Parasellar Region. *Radiologic Clinics of North America*, 2017. 55(1): p. 83-101.
8. Guitelman, M., et al., Primary empty sella (PES): A review of 175 cases. *Pituitary*, 2013. 16(2): p. 270-274.
9. Glastonbury, C.M., A.G. Osborn, and K.L. Salzman, Masses and malformations of the third ventricle: Normal anatomic relationships and differential diagnoses. *Radiographics*, 2011. 31(7): p. 1889-1905.
10. Wu, L.M., et al., Usefulness of dual-energy computed tomography imaging in the differential diagnosis of sellar meningiomas and pituitary adenomas: Preliminary report. *PLoS ONE*, 2014.9(3).
11. Heshmati, H.M., et al., Hypopituitarism caused by intrasellar aneurysms. *Mayo Clinic*

- Proceedings, 2001. 76(8): p. 789-793.
12. Glezer, A., D.B. Paraiba, and M.D. Bronstein, Rare Sellar Lesions. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 2008. 37(1): p. 195-211.
  13. Rennert, J. and A. Doerfler, Imaging of sellar and parasellar lesions. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 2007. 109(2): p. 111-124.
  14. Garel, C. and J. Léger, Contribution of magnetic resonance imaging in non-tumoral hypopituitarism in children. *Hormone Research*, 2007. 67(4): p. 194-202.
  15. Hess, C.P. and W.P. Dillon, Imaging the Pituitary and Parasellar Region. *Neurosurgery Clinics of North America*, 2012. 23(4): p. 529-542.
  16. Isik, S., et al., Clinical and radiological findings in macroprolactinemia. *Endocrine*, 2012. 41(2): p. 327-333.
  17. Dietemann, J.L., et al., CT and MRI of suprasellar lesions. *Journal of Neuroradiology*, 1992. 19(1): p. 1-22.
  18. Chakeres, D.W., A. Curtin, and G. Ford, Magnetic resonance imaging of pituitary and parasellar abnormalities. *Radiologic Clinics of North America*, 1989. 27(2): p. 265-281.
  19. Patel, S.N., et al., Re-evaluation of the role of image guidance in minimally invasive pituitary surgery: Benefits and outcomes. *Computer Aided Surgery*, 2011. 16(2): p. 47-53.
  20. Kakite, S., et al., Three-dimensional gradient echo versus spin echo sequence in contrast-enhanced imaging of the pituitary gland at 3 T. *European Journal of Radiology*, 2011. 79(1): p. 108-112.
  21. Hughes, J.D., et al., Magnetic resonance elastography detects tumoral consistency in pituitary macroadenomas. *Pituitary*, 2016. 19(3): p. 286-292.
  22. Gao, R., et al., Dynamic gadolinium-enhanced MR imaging of pituitary adenomas: Usefulness of sequential sagittal and coronal plane images. *European Journal of Radiology*, 2001. 39(3): p. 139-146.
  23. Sahdev, A., et al., Imaging in Cushing's syndrome. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 2007. 51(8): p. 1319-1328.
  24. López, J., et al., Petrosal sinus sampling for diagnosis of Cushing's disease: Evidence of false negative results. *Clinical Endocrinology*, 1996. 45(2): p. 147-156.
  25. Pisaneschi, M. and G. Kapoor, Imaging the sella and parasellar region. *Neuroimaging Clinics of North America*, 2005. 15(1): p. 203-219.
  26. Abele, T.A., et al., Non-pituitary origin sellar tumours mimicking pituitary macroadenomas. *Clinical Radiology*, 2012. 67(8): p. 821-827.
  27. Briet, C., et al., Pituitary Apoplexy. *Endocr Rev*, 2015. 36(6): p. 622-45.
  28. Wong, A., et al., Update on prolactinomas. Part 1: Clinical manifestations and diagnostic challenges. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2015. 22(10): p. 1562-1567.
  29. Tosaka, M., et al., Assessment of hemorrhage in pituitary macroadenoma by T2\*-weighted gradient-echo MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2007. 28(10): p.

2023-9.

30. Bladowska, J., et al., Are T2-weighted images more useful than T1-weighted contrast-enhanced images in assessment of postoperative sella and parasellar region? *Med SciMonit*, 2011. 17(10): p. Mt83-90.
31. Ziu, M., et al., Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guideline on Posttreatment Follow-up Evaluation of Patients With Nonfunctioning Pituitary Adenomas. *Neurosurgery*, 2016. 79(4): p. E541-3.
32. Coulter, I.C., et al., Radiologic follow-up of non-functioning pituitary adenomas: rationale and cost effectiveness. *J Neurooncol*, 2009. 93(1): p. 157-63.
33. Kiliç, T., et al., Determining optimal MRI follow-up after transsphenoidal surgery for pituitary adenoma: scan at 24 hours postsurgery provides reliable information. *Acta Neurochir (Wien)*, 2001. 143(11): p. 1103-26.
34. Cortet-Rudelli, C., et al., Etiological diagnosis of hyperprolactinemia. *Annales d'Endocrinologie*, 2007. 68(2-3): p. e15-e22.
35. Macpherson, P., et al., Pituitary microadenomas - Does Gadolinium enhance their demonstration? *Neuroradiology*, 1989. 31(4): p. 293-298.
36. Eroukhmanoff, J., et al., MRI follow-up is unnecessary in patients with macroprolactinomas and long-term normal prolactin levels on dopamine agonist treatment. *Eur J Endocrinol*, 2017. 176(3): p. 323-328.
37. Heck, A., et al., Intensity of pituitary adenoma on T2-weighted magnetic resonance imaging predicts the response to octreotide treatment in newly diagnosed acromegaly. *Clinical Endocrinology*, 2012. 77(1): p. 72-78.
38. Debeneix, C., et al., Hypothalamic hamartoma: comparison of clinical presentation and magnetic resonance images. *Horm Res*, 2001. 56(1-2): p. 12-8.
39. Freeman, J.L., et al., MR imaging and spectroscopic study of epileptogenic hypothalamic hamartomas: analysis of 72 cases. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2004. 25(3): p. 450-62.
40. Grunt, J.A., et al., When should cranial magnetic resonance imaging be used in girls with early sexual development? *J Pediatr Endocrinol Metab*, 2004. 17(5): p. 775-80.
41. Di Iorgi, N., et al., The use of neuroimaging for assessing disorders of pituitary development *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2012. 76(2): p. 161-76.
42. Ng, S.M., et al., Cranial MRI scans are indicated in all girls with central precocious puberty. *Arch Dis Child*, 2003. 88(5): p. 414-8; discussion 414-8.
43. Zucchini, S., et al., Role of magnetic resonance imaging in hypothalamic-pituitary disorders. *Horm Res*, 1995. 44 Suppl 3: p. 8-14.
44. Carel, J.C., et al., Consensus statement on the use of gonadotropin-releasing hormone analogs in children. *Pediatrics*, 2009. 123(4): p. e752-62.
45. Chung, E.M., et al., From the radiologic pathology archives: precocious puberty: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*, 2012. 32(7): p. 2071-99.
46. Choi, K.H., et al., Boys with precocious or early puberty: incidence of pathological

- brain magnetic resonance imaging findings and factors related to newly developed brain lesions. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*, 2013. 18(4): p. 183-90.
47. Kaplowitz, P.B., Do 6-8 year old girls with central precocious puberty need routine brain imaging? *Int J Pediatr Endocrinol*, 2016. 2016: p. 9.
  48. Klein, D.A., et al., Disorders of Puberty: An Approach to Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*, 2017. 96(9): p. 590-599.
  49. Mogensen, S.S., et al., Pathological and incidental findings on brain MRI in a single-center study of 229 consecutive girls with early or precocious puberty. *PLoS One*, 2012. 7(1): p.e29829.
  50. Pedicelli, S., et al., Routine screening by brain magnetic resonance imaging is not indicated in every girl with onset of puberty between the ages of 6 and 8 years. *J Clin Endocrinol Metab*, 2014. 99(12): p. 4455-61.
  51. Rieth, K.G., et al., CT of cerebral abnormalities in precocious puberty. *AJR Am J Roentgenol*, 1987. 148(6): p. 1231-8.
  52. Macpherson, P., et al., Invasive v non-invasive assessment of the carotid arteries prior to trans-sphenoidal surgery. *Neuroradiology*, 1987. 29(5): p. 457-61.
  53. Carel, J.C. and J. Léger, Clinical practice. Precocious puberty. *N Engl J Med*, 2008. 358(22): p. 2366-77.
  54. Oatman, O.J., et al., Endocrine and pubertal disturbances in optic nerve hypoplasia, from infancy to adolescence. *Int J Pediatr Endocrinol*, 2015. 2015(1): p. 8.