

网状结构与边缘系统

网状结构与边缘系统都属中枢神经系统内较古老的部分，过去认为它们的功能在人类不重要，未引起注意。自40年代以后，电生理实验不断发现它们参与多方面的神经活动，特别是参与意识、情绪反应和记忆等这样一些曾被认为不易认识的高级神经活动，而这些活动又与一些临床疾病和药物作用关系密切，因而逐渐受到人们的重视。近20年来许多人在这方面做了大量研究工作，到目前为止，虽然还有许多问题未完全解决，但已积累了不少有用的资料。为了教学上的需要，现将有关内容作一扼要介绍，供参考。

一、网状结构的形态和功能

(一) 解剖位置和分区

网状结构是指中枢神经系统内灰质与白质相互交错成网状的结构，其特点是神经纤维纵横交错，细胞分散、大小不一，这样的结构，从脊髓的上胸段起，向上至间脑都可见到。它们在各处的具体位置是：

脊髓的上胸段和颈段——在灰质前、后角之间。

脑干——在被盖部内（除了范围明显的核群和传导束以外）。中脑的中央灰质，在形态上不似网状，但从纤维连系和功能来看，仍属网状结构。相反，两侧大脑脚间，后穿质深面的核群，形态上虽呈网状，但从纤维联系和功能来看，一般不把它们列入网状结构。此外，一些发纤维投射到小脑去的核群，也不包括在生理学的非特异性投射的网状结构概念之中。

丘脑底部——疑带和前被盖核等，它们位于中脑红核的头侧，丘脑底核的背内侧，是中脑网状结构的头侧的延续部分。

丘脑下部——“后部”为外侧区，在丘脑底部的内侧，也是中脑网状结构在头侧的延续，细胞分散，其间有前后纵行的

纤维(内侧面脑束)通过。

丘脑——古丘脑(中线核群、板内核群、网状核)。腹前核与网状核的头端相连,有人把它也归入^古丘脑内。

脊髓的网状结构功能不十分清楚,间脑的网状结构所包括的范围,有不同意见。一般书所说的网状结构,系指脑干的网状结构而言。脑干网状结构和间脑的网状结构合起来,又称网状系统。

在脑干的网状结构内,各处细胞形态和纤维不完全相同,表明它们的功能也不会是完全相同的,但它们的功能区^{如何}划分,至今仍未有一个较好的意见。有人把它分为外侧 $\frac{1}{2}$ 区和内侧 $\frac{1}{2}$ 区,并认为外侧 $\frac{1}{2}$ 区主要接受脑神经二级核和脊髓来的投射,而来自皮质和中脑顶盖的投射却不爱。区内有中、小细胞,轴突短,伸向内侧 $\frac{1}{2}$ 区。内侧 $\frac{1}{2}$ 区除接受外侧 $\frac{1}{2}$ 区来的纤维外,还接受广泛的上、下行纤维的投射。此区内有大、中细胞,发出长的上、下行纤维分别参与组成中央被盖束和网状脊髓束,上行至间脑的网状结构和下行至脊髓的灰质。因此从纤维联系推论,有人认为外侧 $\frac{1}{2}$ 区主要为感觉传递部分,内侧 $\frac{1}{2}$ 区主要为综合效应部分。

有人根据电刺激猫脑网状结构引起的反应,在脑干网状结构内划分出一个小的抑制区和一个^大的活化区。并认为①抑制区仅局限在延髓网状结构的腹内侧部分,电刺激该区能抑制或减弱通过脊髓的骨骼肌反射,例如在去大脑僵直状态下,能延缓伸肌的紧张;在刺激皮质而引起肢体运动时,刺激该区,能使运动受到遏止。②活化区,位延髓抑制区的背外侧,向上经过桥脑和中脑伸延至丘脑底部和丘脑下部。刺激该区能加强通过脊髓的骨骼肌反射,在去大脑僵直状态下,破坏此区,能使僵直减弱。

此外,还有人认为脑干网状结构可横分为上、下二部,下部包括延髓和桥脑的网状结构,执掌较简单的姿势反射和脏反射,上部指中脑的网状结构,执掌较复杂的姿势反射和脏反射,特异性上行纤维的旁支在中脑和间脑特别要,丘脑下部和基底节与中脑网状结构又有纤维来回密切联系,这些都提示中脑网

的，如视觉传导通路，视觉中枢的视觉皮层和视觉联合区，它既接受来自视网膜的传入纤维，又发出纤维到视觉系统的其它部分。

二、主要纤维联系

视觉传导通路的主要纤维联系，包括①来自视网膜的传入纤维，②来自视觉皮层的传出纤维，③来自视觉皮层的传入纤维。④来自视觉皮层的传出纤维。⑤来自视觉皮层的传入纤维。⑥来自视觉皮层的传出纤维。⑦来自视觉皮层的传入纤维。⑧来自视觉皮层的传出纤维。⑨来自视觉皮层的传入纤维。⑩来自视觉皮层的传出纤维。

视觉传导通路的主要纤维联系：①上行纤维通过丘脑弥散地投射到大脑皮层，是光通过丘脑的一些核群，说法不一。有人认为视觉纤维在丘脑内呈倒置的尾侧时，部分纤维到外侧核和背侧核。②下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。③下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。④下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。⑤下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。⑥下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。⑦下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。⑧下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。⑨下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。⑩下行纤维通过丘脑的中线核群和内侧核群（中核群和内侧核群）——腹前核——穿过网状结构——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）——到大脑皮层（视觉纤维到大脑皮层）。

（三）主要功能

视觉传导通路的主要功能，是接收来自视网膜的视觉信息，并将其传递到大脑皮层进行加工和处理。

视觉传导通路的主要功能，是接收来自视网膜的视觉信息，并将其传递到大脑皮层进行加工和处理。

支和旁支 → 网状结构 → 丘脑 → 大脑皮质。这一通路的特点是将冲动弥散地投射到大脑皮质各处和不引起特定性质和特定部位的感觉。用猫做实验，切断两侧特异性上行通路，动物的大脑电图仍保持清醒状态，但损伤中脑网状结构，不伤及特异性上行通路，脑电图就转为睡眠状态。说明通过网状结构上行到大脑皮质的纤维，可能是维持大脑皮质一定紧张状态所必需的，这种冲动的激活的作用，可能是清醒、意识等高级神经活动的基础之一。此外，如果在中脑上部单纯破坏了体壁感觉和听觉的传导束，触觉和听觉的刺激仍会引起清醒反应，说明特异性上行冲动不直接引起清醒状态，而是借旁支先兴奋了网状结构，再作用到大脑皮质。在网状结构的全长，各特异性上行通路发出的旁支，以中脑和间脑基部特别多，刺激这两地区很易引起清醒的皮质电位变化，破坏了它，则引起清醒状态的丧失，临床上，间脑和中脑的损伤，常引起嗜睡或昏迷，基底动脉（是供应丘脑和中脑的主要动脉）阻塞，意识障碍常是早期症状，椎动脉造影，可能使脑干暂时缺血而引起意识的暂时丧失。这些都可能与上行激活系统受阻有关。此外，还有人根据动物实验，用电刺激动物的丘脑下部前份或下脑干的网状结构，可使动物主动入睡。如刺激丘脑下部后份或中脑网状结构，动物则表现清醒。因而认为在网状结构内不但有上行激活系统，也有上行抑制系统。

疼痛的传导通路：目前较多人认为痛的传导通路共有几条，即①脊髓丘脑侧束（又称新脊髓束，从脊髓到丘脑腹后核）；②内侧丘系（可能参与痛觉的中枢整合过程，尤以与痛觉的定位有关）；③颈脊髓束（脊髓 → 颈1-2节段的外侧颈核 → 经内侧丘系到丘脑，又称脊髓丘脑束，在人还未完全得到证实）；④旧脊髓束（在新脊髓束的深面，从脊髓 → 丘脑）；⑤脊髓束（在旧脊髓束的深面，从脊髓 → 延髓和桥脑的网状结构）和⑥固有束。前三者在进化上是较新的通路，主要传导“快痛”，后三者均通过网状结构的上行系统，又称旁中央上行系统或丘脑外系（与丘系相区别），主要传导“慢痛”与痛觉的情绪反应有关。这些上行的丘脑外系通路到达间脑时可能经丘脑下部的第

三、脑室旁灰质——丘脑的内侧部分（指内侧核和束旁核等）——边缘叶和额叶（有人认为不用到皮层也可引起痛的感觉）。

临床上，切断脊髓前外侧索的浅部（新脊髓束），虽能较有效地消除对侧身体的痛觉，但相当多的一部分病人于数月或一年后又出现痛症，这是因为固有束、脊髓束和旧脊髓束仍保存之故。又为了寻找有效的止痛部位刺激病人的束旁核及邻近处，可明显加重病人的痛觉症状，并引起对侧身体弥散性烧灼痛，毁损此区后可明显缓解病人痛症并无其他感觉障碍。又临床普遍地报导，由凝固或用 γ 射线破坏人的中央中核或内侧板内核群，往往取得满意的缓解颈痛的效果，而没有其他感觉或精神障碍，破坏丘脑背内侧核或切断额叶的纤维可以解除病人的颈痛之苦，术后病人虽仍觉痛，但痛而不苦。这些都是有关上述痛通路在临床上的应用。

又近年动物实验还发现电刺激尾状核能抑制皮质的电活动及对抗上行激活系统的作用，据此，有人给鼻咽癌患者做埋藏电极，刺激尾状核，可满意地缓解疼痛。我国近年也有关于这方面的报导。说明尾状核除传统公认为锥体外系功能外，还有能影响各种感觉传入的功能。

2. 下行系统 大、小脑的整理运动的传出纤维除通过锥体束和小脑——前庭外侧核——前庭脊髓束等一些较直接的途径下传外，很大一部分要通过网状结构下传。在网状结构内多次“换细胞”，影响广泛，是进化上较原始的下行通路，又称网状结构的下行“激活”系统，主要功能是调节肌张力及参与调节呼吸和心血管的活动，是锥体外系、边缘系统和小脑控制躯体与内脏活动的中继站和重要的整合中枢。

在动物实验，于上、下丘之间（红核的下方）切断中脑，动物出现四肢伸直，肌张力增高，称去大脑强直。在人类，中脑的损伤，也会呈现类似现象。过去以为此现象只是由于前庭外侧核失去上级中枢抑制的结果，后来知道网状结构的后化区也起着重要作用，因为破坏网状结构的后化区，可使去大脑强直大为减退，如再破坏前庭外侧核，强直就完全消失。又关于横切脊髓引起脊髓休克的解释，过去以为是由于神经元突然遭受

强烈刺激，兴奋性暂时处于低下状态的结果。后来发现，待休克期过去，在损伤平面以下再横切脊髓，动物不再出现脊髓休克现象。故目前较合理的解释是由于脊髓突然脱离网状结构而化区的作用，故功能处在低下状态，待功能恢复以后，又由于脱离了网状结构抑制区及锥体束等的抑制性影响，故出现损伤平面以下反射增强，肌张力升高。

以上实验说明网状结构对躯体运动的影响。在正常状态下，网状结构的这些活动受大脑皮质、纹状体、小脑皮质及红核、黑质等的控制。例如从大脑皮质、纹状体、小脑前叶等抑制区发出的冲动，对易化区起抑制作用，对抑制区则起兴奋作用，从而达到抑制肌张力的效果。

在脑干网状结构内还有许多与内脏运动有关的下行通路和反射中枢。例如延髓网状结构背外侧部有管理脊髓交感神经元的下行通路，当此部受损（如小脑后下动脉栓塞），可出现交感神经征（Horner氏征）。又例如延髓网状结构的腹侧部有吸气中枢，背侧有呼气中枢，桥脑网状结构有长吸气中枢，中脑网状结构有呼吸调整中枢等。

二、边缘系统的形态和功能

（一）边缘系统的概念和所包括范围

边缘系统一名是由边缘叶演变而来。

边缘叶是指大脑半球内侧面，环绕胼胝体和间脑的环状部分，它包括了嗅脑的主要部分。过去以为边缘叶主要与嗅觉有关，故把它归属于嗅脑。后来发现它与内脏活动有密切关系，又把它称作“内脏脑”。近年有较多的解剖和生理资料表明身体内，外感受器发出的冲动，都有进入边缘叶，而且还发现边缘叶与情绪、幻觉和记忆等精神活动有密切关系。所以目前较多的人主张仍用单纯表示位置的“边缘叶”一名。

边缘叶所包括的范围，目前还未完全统一。边缘系统是指边缘叶和在功能上与边缘叶有密切关系的结构的总称，其范围更不统一。下面仅介绍一些教本较多采用的说法。

按组织结构比较解剖，大脑皮质可分四类：1. 新皮质。
2. 中间皮质：嗅岛、额叶眶部、嗅区、松带回、海马回后份。
3. 旧皮质（又称嗅叶或梨状区）：海马钩、海马回前份。
4. 古皮质（又称海马皮质）：海马结构（海马、齿状回等，其中海马又称 Ammon 氏角）、胼胝体上回、胼胝体下回（和嗅区一起，合称隔区）。

嗅脑中央部 = 古皮质 + 旧皮质

边缘叶 = 嗅脑中央部 + 中间皮质

嗅脑周围部 = 嗅球 + 嗅束 + 前穿质等。

边缘叶单独划分出来的理由，是因为边缘叶皮质和新皮质比较，有许多不同点：

	新 皮 质	边缘叶皮质
进化上	较新	较古
组织结构	有明显的六层，颗粒上层很发达，都是同原型皮质。	没有明显的六层，颗粒上层该有或不发达，除中间皮质是同原型皮质外，古旧皮质都是异源型皮质。
纤维连系	与丘脑下部有直接连系不受。	与丘脑下部有大量纤维未回连系
功能上	是神经系统为最高中枢。	受新皮质管理；特别与内脏活动和原始情绪反应有关。
生化上	含 5-羟色胺和胆硷脂酶较少。	含 5-羟色胺和胆硷脂酶较少。

边缘系统包括：①边缘叶皮质。②边缘叶的皮质下核（嗅区内有隔核、梨状区内有杏仁核）。③与边缘叶有密切关系的部分间脑和中脑（丘脑上部、丘脑下部、丘脑前核、古丘脑、中脑的中央灰质和被盖）。④上述各结构间的纤维联系（如松带束、钩束、穹隆、终纹、视纹、内侧前脑束、室周纤维系、

乳头体脚、乳头丘脑束、乳头被盖束等)。

为了帮助理解边缘系统的纤维联系，下面简单介绍各主要纤维束的位置和起止：

①扣带束——在扣带回内，连结边缘叶的前后各段。

②钩束——在大脑外侧裂深部，连结额叶眶部、岛叶、颞极和梨状区。

③穹窿——在脑垂体下方，其内的纤维主要是从海马到乳头体内侧核和结节核、海马与穹窿垂直嗅脑，但与嗅脑似无直接关系。人类有先天性缺此二部者，不伴有明显嗅觉障碍。在猫脑为主要作用曾被认为与愉快反应有关，但有人切断猴的穹窿，不伴有明显的情绪改变。

④终纹——位丘脑与尾核之间，其内^{的纤维主要}是从杏仁核到丘脑下部、视前区等。所以在动物实验，用电刺激杏仁核，常出现类似刺激丘脑下部的反应。

⑤髓纹——在第三脑室顶的两侧缘，其内的纤维主要是从隔区和前穿质一带的灰质到视核。

⑥内侧前脑束——经行丘脑下部的外侧区来团于下列三者之间(1)中脑被盖(2)丘脑下部(3)梨状区和隔区。是嗅脑的重要出入通道，有“嗅脑的内余”之称(与新纹质的内余相区别)。在人此束减少，不甚显著。

⑦室周纤维系——在丘脑下部紧贴第三脑室侧壁分布一层极薄的灰质，灰质内有上下行的细纤维，称丘脑下部室周纤维系。丘脑的中核核和背内侧核(大细胞部)经此系与丘脑下部牢固连系；丘脑下部的一些核发出的腹面纤维也经此系统下行至脑干，参加构成脊髓束，最后终止于脑干的植物性神经核；可能也有部分室周纤维经网状结构下行，到脊髓的植物性神经核。

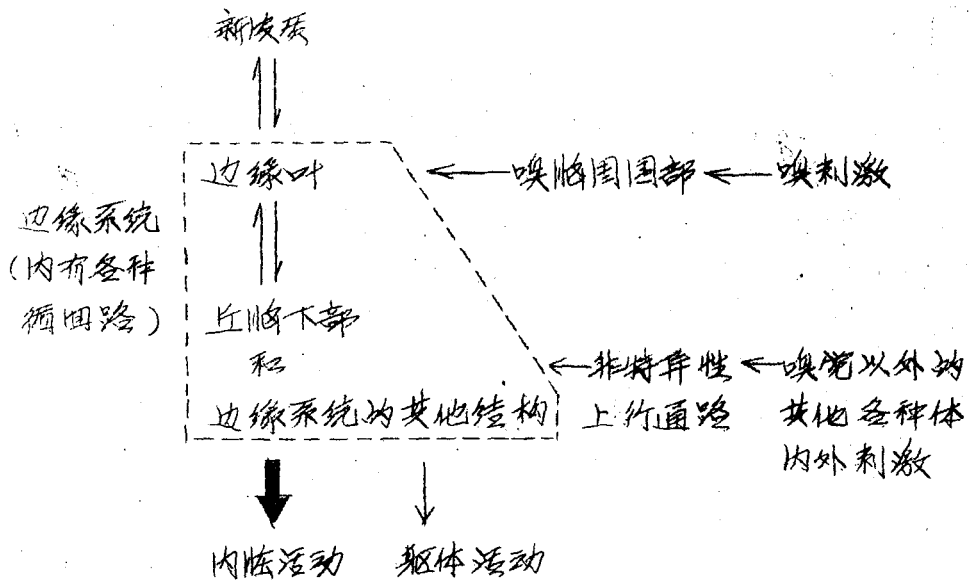
⑧乳头体^脚——由传入纤维组成，这些纤维起自中脑被盖，止于乳头体外侧核。

⑨乳头丘脑束和乳头被盖束——由乳头体的腹面纤维组成，起自乳头体内侧核，向上形成一明显纤维束，上行不远即分成二支，一支继续往上到丘脑前核，称乳头丘脑束，一支转向

属侧叶中的联系，叙述如下。

(二) 主要纤维联系

边缘叶与大脑新皮质和丘脑下部有密切的纤维联系，新皮质和丘脑下部都有密切的纤维联系，新皮质通过边缘叶调节丘脑下部的活动，而丘脑下部又通过下行纤维和垂体主要调节内脏活动。各种内、外感受器都有冲动传入边缘叶，边缘叶和边缘系统的其他结构之间又有各种循回路。简略表示如下：



1. 边缘叶的传入纤维 来自(1)新皮质。(2)嗅脑周围部，其中经外侧嗅纹到梨状区，是产生嗅觉的主要通路，经内侧嗅纹到隔区和海马结构，主要功能是影响边缘叶的活动（起嗅觉联合作用），(3)嗅刺激以外的各种体内、外刺激经非特异性上行通路到达中脑和间脑，再到边缘叶。例如经乳头体脚→乳头体外侧核；经内侧前脑来→丘脑下部和隔区；经杏仁核→杏仁核；经杏仁核→丘脑下部。

2. 边缘叶的输出纤维 (1)主要经丘脑下部下传：例如梨状区、杏仁核和海马等边缘叶的主要部分经穹窿、终纹和内侧面脑束等到丘脑下部，然后经视束上垂体束、室旁垂体束和结节垂体束→垂体；经乳头体脚、内侧面脑束和室周纤维系

→中脑被盖部，此通路主要功能是影响内脏活动。(2)经丘脑上部下传：例如由隔区和前穿质一带的灰质→视纹→视核→中脑脚间核→中脑被盖后核。此通路是嗅脑到低级内脏和躯体运动中枢的途径之一。(3)经丘脑和纹状体下传：例如由隔区和前穿质一带灰质→丘脑→纹状体。此通路可能主要影响躯体运动。

3. 循回路 边缘系统内有许多来回循环的循回路，一般认为它们在神经系统的活动上起着重要的作用。目前所知较明显的有：(1)海马→穹窿→丘脑下部乳头体及其他核→丘脑前核→扣带回→海马，此循回路又称 Papez 火循回路，Papez (1937) 认为此循回路可能与原始的情绪行为反射有关。(2)扣带回 ↔ 丘脑前核 ↔ 乳头体。(3)隔区 ↔ 丘脑下部 ↔ 中脑被盖。此循回路主要途径是内侧前脑束，又称边缘叶—中脑循回路，近年较受重视，被认为与许多内脏活动情绪反应有关。

(二) 边缘系统的主要功能

目前所知，边缘系统主要与内脏活动及原始的情绪反应有密切关系。此外，据临床观察，与嗅觉、生动的幻觉和近记忆也有关系。下面列举一些从动物实验和临床实践获得的资料。

1. 切除 切除猴为双侧扣带回，出现“愤怒”现象，如单切去双侧扣带回前份，动物变驯服，不怕人，不会发怒。在人，有少数临床病例因手术不得不切去双侧扣带回前份，术后病呈现情绪反应下降，近记忆减退及其他植物性神经功能失调的现象。据此，也有人用切去双侧扣带回前份的方法治疗“癫痫”或带有破坏性的精神病人，术后病人虽仍有癫痫，但痛而不苦，情绪安定，精神病人不再有破坏性行为。

切除猴为两侧额叶前部（包括额极新皮质，梨状区海马前份和杏仁核），动物变得驯服，不易激怒，凡什么都放入口中，性慾异常亢进，称 Klüver-Bucy 火综合征。临床上也有为了额叶癫痫而切去两侧额叶前部，术后病人也会呈现类似上

因疾病切去双侧海马，可使人的近记忆丧失，切除范围越大，丧失的程度也越大。

2. 刺激 在麻醉状态下，用电刺激动物的边缘叶，可出现各种内脏活动的改变，例如刺激扣带回前份，出现呼吸抑制，刺激扣带回中部或后部，出现呼吸加快，刺激扣带回，出现血压下降，心跳变弱。刺激海马，抑制垂体前叶分泌促肾上腺皮质激素（ACTH）；刺激杏仁核，促进分泌促肾上腺皮质激素。

近年，许多人用埋藏电极的方法，在清醒状态下通过导线或无线电刺激动物的边缘系统某一部分，发现在边缘系统内有好感中枢和恶感中枢。好感中枢基本部分在丘脑下部为腹内侧部，次要部分（要用较强刺激才能引起反应）在杏仁核、隔核丘脑的一部分、基底节、中脑被盖等处，恶感中枢的基本部分在丘脑下部的背腹围束和中脑的中央灰质。当好感中枢受刺激，动物表现十分舒服愉快，如果教牠通过按电钮的方法自我刺激，牠便很快学会不停地按电钮，甚至以2000-5000次/小时的速度整日地按，虽然有牠很爱吃的东西放在旁也宁可不要，如刺激恶感中枢，动物表现另外，瞳孔散大，发怒等。如果教牠关断电钮停止刺激，牠很快学会立即关断电钮。在人，为了治疗疾病的需要，于手术时用电刺激边缘系统的某些部位，也会出现类似上述的现象。因此有人建议采用把电极埋藏在好感中枢的方法，治疗一些患有严重焦虑性神经病的病人。

在动物实验，刺激好感或恶感中枢都很容易建立条件反射（比用食物更容易）。人们的日常生活经验，特别愉快或特别痛苦的事最易留下深刻印象。因此这两中枢可能对记忆起着重要作用。

3. 额叶癫痫会出现精神运动性发作，症状是发作性的生动的幻觉和错觉，如视、听、嗅、味等幻觉，视物变大、变小或变形，似曾相识或不曾相识等错觉。据观察，这类精神运动性发作，除起始于额叶外，也可起始于边缘叶其他部分，如扣带回、颞叶眶部。从海马钩和海马回前份起始的癫痫，称海马钩回发作，以幻嗅和幻味为特征，而且这些嗅和味都是不愉快的。

