Comment et pourquoi l'être humain rit-il?

Jürg Kesselring, Fabian Unteregger

Quintessence

- Le rire, l'une des formes de communication les plus fondamentales de l'être humain, est généralement une réaction à une situation comique ou désopilante, mais aussi un ouf de soulagement après un danger écarté ou une manière de contourner une menace de conflit social.
- Exprimant la **sympathie** et la compréhension mutuelle, il a un effet apaisant, limitant les conflits: il agit comme liant social.
- En plus de renforcer le sentiment d'appartenance à son groupe, le rire peut aussi avoir des effets opposés chez ceux qui n'en font pas partie («risée») et devenir une arme humiliante, déshonorante.
- Le rire est habituellement un **réflexe** qui se déclenche le plus complètement lorsque l'attention est détournée du corps. Il peut cependant être retenu jusqu'à un certain point. Pendant le rire, des **endorphines** à effets euphorisants sont activées, le système cardiovasculaire, le diaphragme, les cordes vocales, les muscles faciaux et abdominaux sont stimulés. L'expiration se fait par staccatos de même force alors que l'inspiration se fait en continu, un peu accélérée et plus profonde. Cette respiration s'accompagne de contractions des **muscles faciaux de la mimique**.
- Au cours du rire, sous l'effet de la respiration accélérée, plus d'oxygène est capté que dans des conditions normale, les pulsations et la perfusion sanguine sont augmentées, ce qui accélère la combustion des **graisses du sang**. Ensuite de quoi la **fréquence cardiaque** diminue et la tension artérielle baisse.
- 20 secondes de rire équivalent à peu près à la performance physique de 3 minutes d'aviron rapide. Après un éclat de rire, le sang contient davantage de **substances défensives** que normalement, les hormones de stress diminuent, le métabolisme est stimulé et la sensibilité douloureuse diminuée.
- C'est bien sur l'impression de relaxation que repose l'effet thérapeutique du rire. Un **franc rire** peut brièvement déclencher des sensations euphoriques par activation du **centre de récompense** dans le cerveau.

Jürg Kesselring

A notre époque de mécontentement avéré et de malaise généralisé, où l'on essaie de faire croire justement à nous médecins que nous n'avons que peu de choses voire rien pour rire, il semble bon de consacrer quelques réflexions à ce comportement en fait si bienfaisant et bon pour notre santé.

Le rire est provoqué par certains stimuli vus ou entendus, généralement imprévus ou incongrus. Ces variations émotionnelles déclenchent des contractions de la musculature faciale et de certains muscles abdominaux. L'épiglotte n'obstrue que partiellement le larynx et par staccatos, ce qui donne un éclat de rire ou un halètement, et les glandes lacrymales sont activées. Nous sourions ou rions lorsque nous disons bonjour ou au revoir à quelqu'un, flirtons ou papotons, dans des moments de plaisir et de joie, mais aussi de douleur, d'abandon ou d'étonnement. Généralement, nous rions quand quelqu'un rit à côté de nous – le rire est contagieux. Normalement, personne ne rit seul, sans facteur déclenchant externe. 80% de nos rires n'ont rien à voir avec l'humour [1]. Le rire est le propre de toutes les cultures (fig. 1 📷): par surprise, étonnement, indisposition, gêne – pas nécessairement, et même plus rarement par plaisir. Des Indiens du Brésil ont été examinés à ce propos, de même que des Hindous, des tribus africaines, pêcheurs grecs, hommes d'affaires britanniques, etc. [2]. Pour faire une bonne étude, il est important que les gens ne se sentent pas observés et puissent se mouvoir dans leur environnement habituel avec toute la spontanéité voulue.

Figure 1
© Jeremy Richards | Dreamstime.com.

L'auteur sénior JK doit avouer qu'il rit volontiers et fréquente particulièrement dans les salons permettant et encourageant le rire. Il souffre d'une allergie violente aux lamentations. Le junior FU finance ses études de médecine et à d'autres plaisirs en tant que comédien et mime.

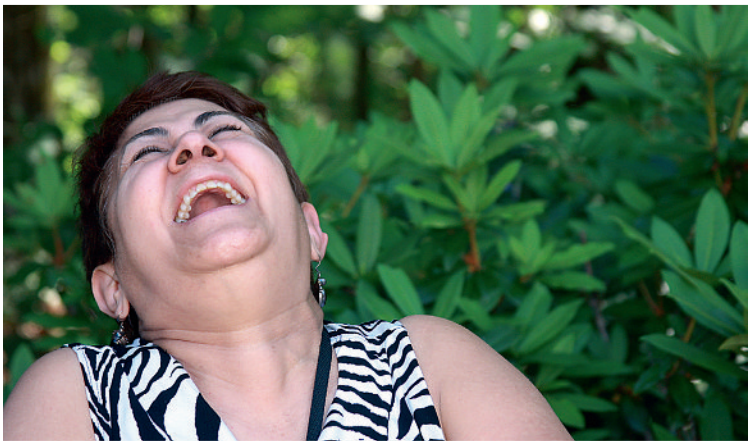

Figure 2
© Canettistock | Dreamstime.com.

Réactions physiologiques

Le rire active le système cardiovasculaire: la fréquence cardiaque et la tension artérielle montent tout d'abord, puis la dilatation des artères fait baisser la tension. De brèves contractions violentes des muscles de la cage thoracique, de l'abdomen et du diaphragme augmentent la perfusion sanguine des organes internes. La respiration forcée (ha! ha! ha!) augmente la captation sanguine d'O_2. Après l'augmentation initiale de tonus, la tension musculaire baisse et peut être la cause d'une perte de contrôle momentanée («on se tord de rire»), d'une cataplexie ou «effondrement de rire». Dans le système immunitaire, les cellules T augmentent et du même fait les défenses contre les infections. Des variations hormonales bénéfiques comme la libération de certains neurotransmetteurs (endorphines) diminuent la sensibilité à la douleur, augmentent l'endurance et le bien-être général, alors que le dépit chronique provoque plus souvent hypertension artérielle, infarctus du myocarde, hypercholestérolémie et troubles immunologiques.
Plusieurs muscles faciaux, mandibulaires, pharyngés (par ex. *grand zygomatique, releveur profond de la lèvre supérieure, risorius*, *triangulaire des lèvres, orbiculaire des lèvres*, *buccinateur*) sont actifs pendant le rire (fig. 2). Les muscles abdominaux et le diaphragme se contractent dans un *fit* respiratoire (comme lors d'un éternuement ou d'un sanglot), les vibrations des cordes vocales ne peuvent plus être contrôlées.

Structure tonale du rire

Il y a typiquement une série de tons quasi vocaux (syllabes) d'env. 75 msec, répétés à intervalles réguliers d'env. 210 msec, ce qui donne un rythme caractéristique dans le domaine thêta (5–7 Hz). Ce sont toujours des associations vocales semblables: par ex. «ha-ha-ha», «hi-hi-hi» ou «ho-ho-ho», mais une inhibition interne par contre «ha-ho-ha-ho» ou «ha-hi-ha-hi» existe, qui a un effet «voulu» et ne force pas à rire. Des variations touchent généralement la première et la dernière syllabe d'une séquence: «cha-ha-ha» ou «ha-ha-ho» en sont des variantes possibles. La structure des explosions de rire est strictement harmonique avec une fréquence de base de 502 Hz chez les femmes et de 276 Hz chez les hommes. Il y a une symétrie temporelle très marquée avec stéréotype decrescendo: les notes de rires tardives dans la séquence sont de moindre amplitude que les premières [3]. Le neurologue parisien Guillaume Duchenne de Boulogne (1806–1875) a stimulé la musculature faciale d'un sujet (insensible) et a évoqué non seulement des contractions musculaires caractéristiques au niveau de son visage mais aussi des modifications de ses dispositions internes qu'il a observées en fonction de l'activité musculaire faciale. Nous pouvons actuellement stimuler électriquement l'écorce cérébrale (aire motrice accessoire, SMA) et induire un sourire avec un courant faible, alors que des stimulations plus intenses transforment le sourire en rire contagieux. Ici aussi, une relation entre composantes motrices, émotionnelles et cognitives du rire est démontrée: «SMA is part of a further development in humans to accommodate the specialized functions of speech, manual dexterity and laughter.» Parole et rire sont des activités de communication pour lesquelles les mêmes muscles faciaux et le même type de contrôle respiratoire sont utilisés [4]. Les contractions musculaires modèlent le visage pour exprimer le processus émotionnel. Charles Darwin les a subdivisé en 3 principes [5]:

- associated with a state of mind (serviceable);
- reactions to changes in a state of mind (Antithesis);
- reflective of how we are functioning (Constitution of the nervous system, independent of will or habit).

Anatomie

Le rire n'est pas tellement conscient (cortical), il provient plutôt phylogénétiquement de parties anciennes du cerveau *(pre-cognitive brain)*: «Something that's very deep in our animal nature.» C'est une réaction primitive, une part des étapes évolutives des mammifères, et chez nous aussi elle est déclenchée dans des régions primitives de notre cerveau. Des plaisanteries sémantiques jouant avec le sens des mots activent surtout le lobe temporal postérieur, alors que celles jouant avec l'écriture et le son activent plutôt le cortex préfrontal inférieur gauche [6–8]. Si l'impulsion initiale est perçue comme incongrue, c'est le cortex préfrontal inféro-médian qui est activé [9]. Ces régions font partie du système dit de récompense chez l'humain et les primates [10] – raison pour laquelle l'humour et le rire sont ressentis comme faisant tellement de bien, encouragés et recherchés pour la distraction [8].

Le rire est une bonne médecine

Le neurologue et descripteur de la chorée Thomas Sydenham (1624–1689) a trouvé: «L'arrivée d'un clown dans une ville a une influence plus salutaire sur sa

Figure 3
© Isselee | Dreamstime.com.

santé que vingt ânes chargés de médicaments.» Le rire est sain aussi du fait que la suppression de la tension en raison d'un danger fait disparaître l'agressivité et manifester des émotions positives, il agit comme un «liant» social qui facilite l'abord, le contact et la proximité avec d'autres personnes. Il permet également de prendre une certaine distance par rapport à soi-même. S'amuser est la performance idéatoire d'une perception de soi réfléchie dans laquelle nous nous faisons pour ainsi dire face avec humour. D'après Aristote, c'est une caractéristique de l'homme libre et éduqué, alors que le sarcasme blessant et la pitrerie à bon marché sont celles d'un homme non éduqué. [11]. Certaines compétences [12] prétendent même: «Celui qui rit vit plus longtemps», et pour nous médecins ce n'est pas la durée mais la qualité de vie qui est un objectif important. Il est certes possible de déléguer de telles activités à des professionnels («clowns hospitaliers», Fondation Théodora [13]), mais il vaut mieux les assumer soi-même car l'acte médical bienfaisant est plus probable si la raison du rire réside dans l'interaction personnelle, spontanée et adaptée à la situation.

Bases biologiques

Le rire est l'expression commune du soulagement après écartement d'un danger. La détente avec le rire freine et atténue les réactions de fuite et de combat. Il donne un signal comportemental de confiance aux personnes présentes et facilite la reconnaissance des intentions dans les interactions sociales. Signal de l'appartenance à un groupe, il permet l'acceptation et des interactions positives tout en créant un contexte psychologique pour la conversation. Comme tous les comportements il est contrôlé par le cerveau.

Evolution

Les grands singes présentent certains comportements que nous comparons à notre rire [14]. Mais ils ne les manifestent que dans le jeu et le contact physique direct («chatouilles») (fig. 3). La structure tonale n'est alors pas staccato car l'interruption rythmique de la ventilation n'est pas la même que chez nous. Mais les réactions musculaires sont les mêmes: bouche ouverte, dents visibles, rétraction des angles labiaux, vocalisations manifestes et répétées. Montrer les dents pour exprimer l'agressivité ou rire sont des réactions identiques: elles ne se distinguent que par de petites variations de la position des lèvres. Mais rire et agression ont-ils peut-être une origine commune? Le rire dans des situations potentiellement agressives ou compétitives désarme l'adversaire. Avant de devenir ennemi, vous voyez au rire que la situation n'est pas dangereuse. Les petits enfants rient eux aussi, et même souvent et de tout cœur. Ils sont trop jeunes pour avoir le sens de l'humour mais leur sourire ou leur rire améliore les relations avec leurs parents et autres proches. Les enfants nés

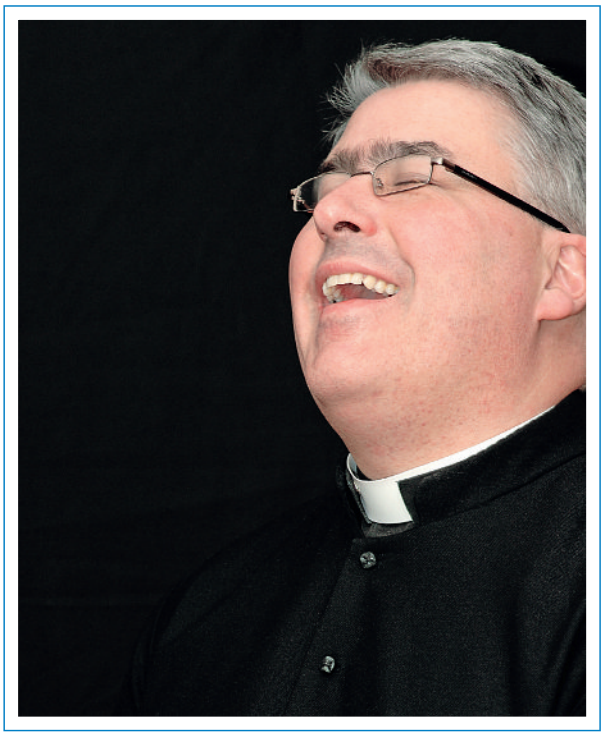

Figure 4
© Martin Applegate | Dreamstime.com.

aveugles, sourds, infirmes psychiques rient lorsqu'ils sont chatouillés ou cajolés mêmes s'ils sont incapables d'imitation [15].

Histoire culturelle

L'histoire littéraire européenne commence bien par un éclat de rire [11]: dans le premier chant de l'«Iliade», avec l'ambiance qui règne entre Zeus irrité et Héra grincheuse, son fils Hephaïstos tente tout d'abord prudemment un sourire, qui après absorption du doux nectar se transforme en «rire inextinguible», un *ásbestos gelos* chez les dieux homériques qui devient même un rire de délivrance. Une ouverture d'idée toute particulière pour nous aussi: le rire comme ordre suprême de la vie, mais aussi reconnaissance de notre imperfection. Aristote a considéré la capacité de rire comme une différence marquante entre humain et animal. Dans l'Ancien Testament, le rire est présent de différentes manières comme expression de vie (les morts en effet ne rient définitivement plus), et dans le nom *Isaac* il y a le rire joyeux, cordial, éclatant [11]. L'art classique évite le rire – probablement à cause de sa ressemblance à la grimace – et l'art pictural de même, surtout du fait qu'il ne s'agit que d'un réflexe sentimental de brève durée à un élément déclenchant (image, plaisanterie, personnage comique) qui ne peut être reproduit. L'Eglise préchrétienne avait pour dogme que le rire n'était pas chrétien. Après l'oisiveté, c'était la plus grande menace du moine [16]: celui qui rit ne sait pas se maîtriser et se montre irréfléchi – une manière d'être déraisonnable et indigne [11]. Dans «Le Nom de la rose» [17], le vieux bibliothécaire aveugle utilise toute son énergie pour empêcher que le deuxième livre de la «Poétique d'Aristote», considéré comme disparu, revienne parmi les hommes, car il y serait écrit que Dieu a ri, alors que des conciles avaient voté que ce n'était pas le cas. Mais cette interprétation ou réglementation nous épargne la crainte que Dieu puisse rire de nous… Avec Erasme de Rotterdam («Eloge de la folie»), Thomas More («Utopia»: «*Seigneur, donne-moi le sens de l'humour! Donne-moi la grâce de comprendre une blague pour que je connaisse un peu de bonheur dans ma vie et que je puisse le transmettre à autrui*») et Luther, le rire a été autorisé et admis dans la *Condition humaine*. Ce dernier a même une fois résumé ainsi sa théologie pratique: «*Car là où il y a la foi il y a aussi le rire*» [11] (fig. 4 📷).

Aspects sociaux

En ces temps et régions d'hostilités physiques, un rapprochement de personnes est vu d'un mauvais œil et même le chatouillement est suspect. Mais un comportement fondamental est en jeu qui favorise les liaisons sociales. Chatouilles et rires se sont développés pour permettre des relations. Pour que le chatouillement réussisse le point de stimulation ne doit pas être connu à l'avance – c'est pourquoi nous ne rions pas si nous nous chatouillons nous-même car celui qui surprend est le même que celui qui est surpris [5]. Le chatouillement provoque le rire par plaisir anticipé. Se faire chatouiller par des inconnus ou dans une situation douteuse et par surprise ne fait pas rire, mais fuir ou avoir peur [18]. Expérimentalement, le chatouillement par un robot peut déclencher le rire aussi bien qu'une personne bien réelle si les sujets manient eux-mêmes la commande du robot chatouilleur, mais un mécanisme de retardement met un délai entre déclenchement et sensation [19]. Si nous nous chatouillons nous-même le cervelet transmet à l'écorce cérébrale des informations exactes sur le but de la chatouille et la sensation prévue, ce qui diminue la sensibilité à la chatouille. Rire d'une autochatouille n'a biologiquement aucun sens, alors que si un compagnon de jeu nous chatouille c'est tout à fait sensé (fig. 5 📷). Le rire est contagieux, comme nous le remarquons nous-même rapidement dans un groupe disposé à cela [20]. Des épidémies de rire ont même été décrites, qui ont même causé la fermeture de classes pendant des mois, par ex. en 1962 au Tanganyika après un début par des crises isolées de fou-rire (et parfois aussi de pleurs) chez des écolières de 12 à 18 ans, qui se sont rapidement étendues dans d'autres villages par essaimage [21].
Le rire sert à communiquer sa disponibilité joyeuse et pacifique pour jouer. Il transmet et permet la proximité de confiance nécessaire à des structures sociales stables, il crée le goodwill, des ponts sociaux et diminue inimitié et agression car il est désarmant et rend le rejet difficile. Nous rions lorsque nous voulons diminuer la tension entre étrangers ou devons dire non, quand nous nous excusons et rarement quand nous sommes seuls: celui qui rit fort tout seul sans déclencheur évident passe rapidement pour fou. Les dominants so-

Figure 5
© Chantal Ringuette | Dreamstime.com.

ciaux utilisent le rire pour contrôler leurs subalternes: «Quand le chef rit tout le monde rit.» Le rire peut aussi être utilisé comme instrument de pouvoir car il permet de savoir qui contrôle le climat émotionnel du groupe. Les ados rient plus en jouant ou flirtant, les supérieurs utilisent le rire dans le contexte professionnel (pour renforcer des relations ou convaincre dans des tractations). En public, les femmes rient (heureusement!) plus souvent si c'est un homme qui parle [22] (fig. 6).

Humour

«Analyser l'humour c'est comme disséquer une grenouille: cela intéresse très peu de monde et la grenouille en meurt.» (E. B. White)

L'humour est la capacité mentale de découvrir des incongruités absurdes, de les exprimer et de les apprécier [23]. C'est (en tant que «humide») un juste milieu entre l'émotion désinhibée détrempée et la sécheresse poussiéreuse de trop d'intelligence (anxieuse). La détente lors du rire inhibe les réactions de fuite et de combat, c'est donc une preuve de confiance dans le social. Humour signifie généralement problèmes – de préférence pour les autres. La joie maligne est une fréquente source de rire par surprise, spontané, mais elle s'épuise très rapidement. Humour et rire permettent de maîtriser surprise, incongruité et menace. Les plaisanteries sur les personnes de rang inférieur, les outsiders sociaux, fatiguent très vite. Comme elles ne sont dites que pour marquer la supériorité de celui qui les fait, de nombreux philosophes les rejettent (saintes Ecritures, Platon, Diogène, Aristote, Cicéron, Montaigne, Descartes, Hobbes, Pope, Nietzsche, Baudelaire, etc. voir [11, 23]). Les bonnes plaisanteries provoquent par surprise des incongruités et certains philosophes les reconnaissent comme importantes et même comme moyen de connaissance (Hutcheson, Kant, Jean Paul, Schopenhauer, Kierkegaard, Bergson, Scheler, Plessner, Kant, Spencer, Freud, etc.), surtout si elles sont suivies d'une détente (etc.). Les contradictions ou incongruités entre différentes idées, attitudes, états d'esprit sont mélangées, unies, intégrées – et le rire vient dès que le point d'intégration est atteint (fig. 7). Le processus de mélange, unification et intégration est subit, pas à retardement. Il doit en outre être accompagné de discernement – les changements de sens, d'idées, etc. sont mis en place dans la première partie de la plaisanterie. Les éléments doivent être appris objectivement et pas seulement émotionnellement. «Manquer d'humour c'est manquer d'humilité, manquer de lucidité, manquer de légèreté, c'est être trop plein de soi, trop dupe de soi, c'est être trop sévère ou trop agressif, c'est manquer par-là, presque toujours, de générosité, de douceur, de miséricorde» (André Comte-Sponville).

Figure 6
© Yuri Arcurs | Dreamstime.com.

Quand rire n'est plus un plaisir…

Le lobe frontal droit doit fonctionner normalement pour que puisse être transmise une interprétation indirecte de l'information actuelle à la lumière des expériences passées, ce qui est essentiel pour comprendre l'humour [24]. C'est dans les lobes frontaux que sont activées les fonctions cognitives nécessaires à la compréhension de l'humour, par ex. pour l'interprétation abstraite d'éléments de la conversation tels qu'ironie, intonation affective, sarcasme [25]. En conséquence de quoi, les patients ayant des lésions du lobe frontal droit ne peuvent souvent pas interpréter correctement les plaisanteries, avec risque qu'elles prennent pour une moquerie le rire déclenché dans le groupe par ces plaisanteries [26]. Un rire inconvenant, sans inhibition ni contrôle, sans stimulus adéquat passe souvent pour puéril ou agressif. Le rire pathologique [27] par désinhibitions d'impulsions dans le tronc cérébral supérieur se rencontre dans certaines maladies psychiatriques telles qu'hystérie et schizophrénie, dans la paralysie pseudobulbaire de la sclérose en plaques par ex. [28], la sclérose latérale amyotrophique (SLA) [29] ou les syndromes tronculaires vasculaires, et va de pair avec une perte du contrôle des muscles faciaux, de la langue et du pha-

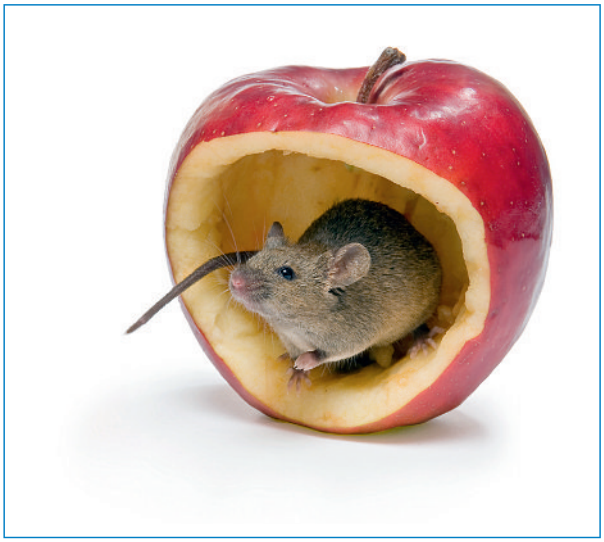

Figure 7
«Apple mouse». © Photowitch | Dreamstime.com.

rynx. Le rire épileptique comme forme d'épilepsie temporale avec fou-rire et très rare [30]. La «laughing death» dans l'encéphalopathie spongiforme transmissible kuru est particulièrement macabre [31].

Résumé

- Le rire fortifie l'esprit de camaraderie et favorise les relations sociales (souvent en réponse à des traumatismes subtiles de conventions sociales ou de tabous, calibre les us et coutumes, consolide les valeurs communes);
- Le rire est plus social qu'humoristique;
- Notre rire est semblable à la figure bouche ouverte des grands singes (manifestations rythmiques, profondes en staccato et violents mouvements du corps);
- Il est souvent pratiquement impossible à faire la distinction entre les larmes suivant un rire violent et celles de pleurs intenses;
- Les sourds-muets de naissance sourient et rient comme les enfants en parfaite santé;
- Les personnes de bonne humeur peuvent rire 100–400 fois par jour;
- Le rire de l'homme dure rarement plus de 7 secondes sans nouveau facteur déclenchant;
- Le rire peut être sonore ou pas, comporter toutes les voyelles et plusieurs associations de consonnes, commence généralement par un «h» initial, la plupart du temps «he-he» ou «hi-hi» jusqu'au «ha-ha»;
- Les commentaires accompagnant le rire ne sont généralement pas du tout drôles et n'ont rien à voir avec l'humour;
- Les fragments de rire durent environ 75 msec et sont séparés par des phases de repos de 210 msec;
- En moyenne, les orateurs rient 46% de plus que les auditeurs (surtout femmes);
- Les orateurs expérimentés rient plutôt à la fin de phrases entières (et pas au milieu) comme un genre de ponctuation non verbale.

Correspondance:
Prof. Jürg Kesselring
Chefarzt Neurologie
Rehabilitationszentrum
CH-7317 Valens
kesselring.klival@spin.ch

Références recommandées

- Meyer M, Baumann, S, Wildgruber, S, Alter K. How the brain laughs: comparative evidence from behavioural, electrophysiological and neuro-imaging studies in humans and monkey. Behavioral Brain Research. 2007;182:245–60.
- Geier Manfred. Worüber kluge Menschen lachen. Kleine Philosophie des Humors. Rowohlt, 2006.
- Richert F. Kleine Geistesgeschichte des Lachens. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 2009.
- Shammi P, Stuss DT. Humor appreciation: a role of the right frontal lobe. Brain. 1999;122:657–66.
- Wild B, Rodden FA, Grodd W, RuchW. Neural correlates of laughter and humour. Brain. 2003;126:2121–38.

Vous trouverez la liste complète et numérotée des références dans la version en ligne de cet article sous www.medicalforum.ch.

Wie und warum lacht der Mensch? /
Comment et pourquoi l'être humain rit-il?

Literatur (Online-Version) / Références (online version)

1 Provine R. Laughter punctuates speech: Linguistic, social and gender contexts of laughter. Ethology 1993, 95: 291–298.

2 Eibl-Eibesfeldt I. Similarities and differences between cultures in expressive movements. In: Nonverbal Communication. Readings with Commentary, ed. Sh. Weitz. Oxford University Press, New York 1974, 20–33.

3 Provine RR, Yong YL. Laughter: A stereotyped human vocalization. Ethology 1991; 89:115–124.

4 Fried I, Wilson, CL, MacDonald KA, and Behnke EJ. Electric current stimulates laughter. Nature 1998 Feb 12; 391: 650.

5 Darwin C, The expression of emotions in man and animals. New York: Oxford University, 1872/1998.

6 Wild B, Rodden FA, Grodd W, RuchW. Neural correlates of laughter and humour. Brain 2003; 126: 2121–38.

7 Wild B, Rodden FA, Rapp A, Erb M, Grodd W, Ruch W. Humour and smiling. Cortical regions selective for cognitive, affective, and volitional components. Neurology 2006; 66: 887–93.

8 Meyer M, Baumann, S, Wildgruber, S, Alter K. How the brain laughs: comparative evidence from behavioural, electrophysiological and neuro-imaging studies in humans and monkey. Behavioral Brain Research 2007; 182, 245–260.

9 Mobbs D, Greicius MD, Abdel-Azim E, Menon V, Reiss AL. Humour modulates the mesolimbic reward centers. Neuron 2003; 40: 1041–8.

10 Goel V, Dolan RJ. The functional anatomy of humour: segregating cognitive and affective components. Nat Neurosci 2001; 4: 237–8.

11 Richert F. Kleine Geistesgeschichte des Lachens. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt 2009.

12 Keiser Cesar. Wer lacht, lebt länger. Mein Cabaret-Jahrhundert. Paul Haupt Verlag, Bern 2001.

13 Fry WF (Hrsg., gemeinsam mit Salameh, W.A.). Humor and Wellness in Clinical Intervention. Praeger, Westport 2001.

14 Panksepp J. Beyond a joke: from animal laughter to human joy. Science 2005; 308: 62–3.

15 Sroufe LA, Waters E. The ontogenesis of smiling and laughter: A perspective on the organization of development in infancy. Psychological Review 1976; 83: 173–189.

16 Le Goff Jacques. Das Lachen im Mittelalter. Klett-Cotta Stuttgart 2004.

17 Eco Umberto. Der Name der Rose. übers. v. Burkhart Kroeber, Hanser München 1982.

18 Provine RR, Fischer KR. Laughing, smiling, and talking: Relation to sleeping and social context in humans. Ethology 1989; 83: 295 – 305.

19 Blakemore SJ, Wolpert DM, Frith CD. Central cancellation of self-produced tickle sensation. Nature Neuroscience 1998;1: 635–40.

20 Provine RR. Contagious laughter: Laughter is a sufficient stimulus for laughs and smiles. Bull Psychonom Soc 1991; 30: 1 – 4.

21 Rankin AM, Philip PJ. An epidemic of laughing in the Bukoba district of Tanganyika. Cent Afr J Med. 1963; 9: 167–70.

22 Martin GN, Gray CD. The effects of audience laughter on men's and women's responses to humor. J Soc Psychol 1996; 136 :221–31.

23 Geier Manfred. Worüber kluge Menschen lachen. Kleine Philosophie des Humors. Rowohlt 2006.

24 Shammi P & Stuss DT. Humor appreciation: a role of the right frontal lobe. Brain 1999; 122: 657–66.

25 Bartolo A, Benuzzi F, Nocetti L, Baraldi P, Nichelli P. Humour comprehension and appreciation: an fMRI study. J Cog Neurosci 2006; 18: 1789–98.

26 Gardner H, Ling PK, Flamm L Silverman J. Comprehension and appreciation of humorous material following brain damage. Brain 1975, 98: 399–412.

27 Black DW. Pathological laughter. Journal of Nervous and Mental Diseases 1982; 170: 67–71.

28 Feinstein A, Feinstein K, Gray T, O'Connor P. Prevalence and neurobehavioral correlates of pathological laughing and crying in multiple Sclerosis. Arch Neurol 1997; 54: 11116–21.

29 McCullagh S, Moore M, Gawel M, Feinstein A. Pathological laughing and crying in amyotrophic lateral sclerosis: an association with prefrontal J Neurol Sci 1999; 169: 43–48.

30 Arroyo S, Lesser RP, Gordon B, Uematsu S, Hart J, Schwerdt P, Andreasson K, Fisher RS. Mirth, laughter and gelastic seizures. Brain 1993; 116: 757 – 780.

31 Zigas V. Laughing Death. The untold story of kuru. Humana Press 1990.