

Article Review: Peran Hipertensi terhadap Patomekanisme Stroke Iskemik dan Hemoragik

Muhammad Arbyanka Diontama^{1*}, TA Larasati², Anisa Nuraisa Jausal³

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Indonesia

²Departemen Ilmu Kedokteran Keluarga, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Indonesia

³Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Indonesia

Alamat: Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35145

*Korespondensi penulis: arbyankadiontama@gmail.com

Abstract. Stroke is a syndrome characterized by sudden focal neurological deficits caused by vascular injury, either hemorrhage or infarction in the central nervous system. According to the World Health Organization, approximately 15 million people experience stroke worldwide each year, with 5 million resulting in death and another 5 million suffering permanent disability. Hypertension is a major risk factor for both ischemic and hemorrhagic stroke, mediated by complex pathophysiological mechanisms. This review aims to explore the mechanisms by which hypertension contributes to the pathophysiology of stroke based on current evidence. The study adopts a literature review approach, utilizing data sources from journal articles, books, and other relevant documents accessible online via search engines such as Google Scholar®, PubMed®, and ScienceDirect®. The findings indicate that ischemic stroke occurs due to atherosclerosis and microvascular dysfunction induced by hypertension, whereas hemorrhagic stroke involves vessel rupture resulting from arterial wall weakening. Hypertension also affects the permeability of the blood-brain barrier through molecular pathways such as vascular endothelial growth factor (VEGF) release, leading to cerebral edema. Studies demonstrate that effective blood pressure control can significantly reduce the risk of stroke by up to 41%, underscoring hypertension as a primary target in stroke prevention.

Keywords: Hypertension, Pathomechanism, Stroke.

Abstrak. Stroke adalah sindrom defisit neurologis fokal yang muncul secara mendadak akibat cedera vaskular, baik berupa pendarahan maupun infark pada sistem saraf pusat. Menurut *World Health Organization*, sekitar 15 juta orang mengalami stroke setiap tahun di seluruh dunia, dengan 5 juta di antaranya meninggal dan 5 juta lainnya mengalami kecacatan permanen. Hipertensi merupakan faktor risiko utama stroke, baik iskemik maupun hemoragik, melalui berbagai mekanisme patofisiologis yang kompleks. Kajian ini bertujuan untuk mengeksplorasi mekanisme hipertensi dalam memicu patomekanisme stroke berdasarkan bukti terkini. Metode kajian ini dilakukan dengan pendekatan tinjauan literatur, di mana sumber data diperoleh dari artikel jurnal, buku, dan dokumen relevan lainnya yang tersedia secara daring melalui berbagai *search engine* seperti Google Scholar®, PubMed®, dan ScienceDirect®. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa stroke iskemik terjadi akibat aterosklerosis dan gangguan mikrovaskular yang diinduksi oleh hipertensi, sedangkan stroke hemoragik melibatkan ruptur pembuluh darah akibat kelemahan dinding arteri. Hipertensi juga memengaruhi permeabilitas *blood-brain barrier* melalui jalur molekuler seperti pelepasan *vascular endothelial growth factor* (VEGF), yang memicu edema serebral. Penelitian menunjukkan bahwa pengendalian tekanan darah yang baik dapat secara signifikan mengurangi risiko stroke hingga 41%, menjadikan hipertensi sebagai target utama dalam pencegahan stroke.

Kata Kunci: Hipertensi, Patomekanisme, Stroke.

1. LATAR BELAKANG

Stroke merupakan suatu sindrom defisit neurologis fokal yang terjadi secara akut dan didefinisikan secara klinis memiliki etiologi cedera vaskular berupa pendarahan ataupun infark pada sistem saraf pusat. Stroke merupakan sebuah tantangan kesehatan global yang saat ini akan terus meningkat. Di seluruh dunia, stroke merupakan penyebab utama dari fenomena kecacatan fisik pada orang dewasa, terutama lansia yang terjadi di negara-negara berpenghasilan sedang hingga tinggi.

Menurut *World Health Organization* tahun 2024, ditemukan 15 juta manusia di seluruh dunia telah menderita stroke setiap tahunnya. Dari jumlah tersebut, didapatkan hasil bahwa 5 juta orang dari kasus tersebut meninggal dunia, serta 5 juta lainnya mengalami kecacatan yang bersifat permanen. Hal ini tentu menjadi sebuah beban sosial terutama bagi keluarga dan masyarakat. Stroke umumnya jarang menyerang individu dengan usia dibawah 40 tahun, namun jika pada populasi tersebut terjadi stroke, kemungkinan besar penyebabnya adalah hipertensi. Salah satu faktor risiko utama stroke adalah hipertensi, yang berkontribusi pada lebih dari 50% kejadian stroke secara global.

Stroke jika terus dibiarkan akan memberikan dampak negatif bagi kesehatan suatu individu. Komplikasi yang mungkin terjadi pada individu penderita stroke cukup bervariasi, komplikasi fisik yang akan muncul dengan nyata mencakup nyeri seperti *hemiplegic shoulder pain* yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari serta menurunkan kualitas hidup, paralisis yang menyebabkan kehilangan fungsi motorik, hingga kesulitan bicara maupun menelan akibat kerusakan syaraf pada area otak tertentu. Depresi pasca stroke juga merupakan hal yang umum terjadi pada penyintas stroke. Pasien mungkin juga akan mengalami kemampuan kognitif dalam berpikir dan gangguan pada memorinya.

Stroke dikategorikan menjadi dua, yaitu stroke iskemik dan stroke hemoragik. Stroke iskemik merupakan sebuah peristiwa trombolitik ataupun embolik yang dapat menyebabkan gangguan aliran darah ke otak. Sistem *Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment* (TOAST) adalah sistem klasifikasi yang digunakan untuk menentukan etiologi dari stroke iskemik berdasarkan mekanisme patofisiologisnya. TOAST adalah salah satu sistem yang paling sering digunakan dalam praktik klinis untuk membantu mengarahkan diagnosis, terapi, dan pencegahan sekunder stroke iskemik. Ada beberapa klasifikasi stroke iskemik menurut sistem TOAST yang mencakup kardioemboli, oklusi pembuluh darah kecil terkait infark lakunar, aterosklerosis arteri besar, stroke dengan etiologi tidak diketahui, dan stroke dengan etiologi lain yang diketahui tetapi penyebabnya tidak umum. Stroke iskemik melibatkan gangguan aliran darah ke otak yang dapat menyebabkan kerusakan dengan konsep penumbra iskemik.

Konsep ini menjelaskan area jaringan otak yang masih memiliki kemampuan untuk menerima aliran darah meskipun berisiko mengalami kematian jika tidak segera diberikan tatalaksana.

Stroke hemoragik merupakan sebuah kondisi pendarahan yang terjadi di dalam otak akibat adanya pembuluh darah yang pecah. Stroke ini dibagi menjadi dua jenis yaitu *Intracerebral Hemorrhage* (ICH) yang merupakan sebuah pendarahan dalam parenkim otak, dan *Subarachnoid Hemorrhage* (SAH) yang merupakan pendarahan di dalam ruang subaraknoid. Penyebab yang paling sering ditemui dalam kasus stroke hemoragik adalah riwayat hipertensi yang tidak terkontrol sehingga berdampak pada kerusakan arteri. Gejala yang muncul pada stroke hemoragik umumnya akan terjadi secara mendadak dan cukup mengganggu aktivitas. Gejala klasik stroke ini mencakup sakit kepala akut, mual muntah, hingga tanda-tanda neurologis yang berkembang dengan cepat. Pada SAH, akan muncul gejala khas yang disebut sebagai *thunderclap* dengan artian adanya sakit kepala hebat, muntah, hingga penurunan kesadaran.

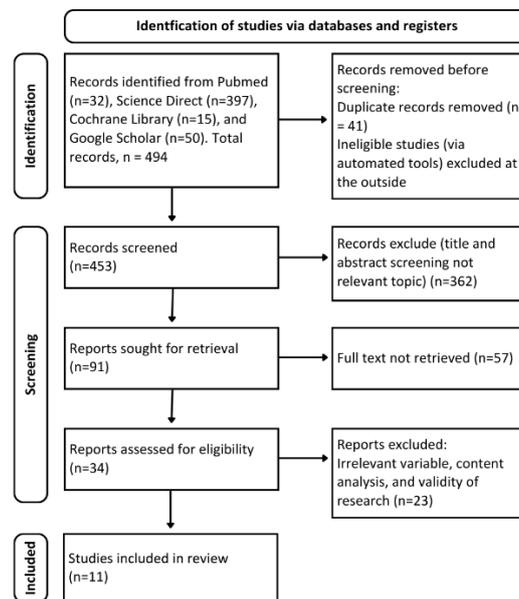
Stroke hemoragik merupakan sebuah keberlanjutan kondisi kesehatan dari hipertensi yang tidak terkontrol. Hipertensi ditandai dengan tekanan darah yang terus menerus tinggi, hal ini dapat menjadi suatu faktor risiko yang paling umum dalam kejadian penyakit kardiovaskular termasuk gagal jantung, stroke, dan lain sebagainya. Hipertensi umumnya disebabkan oleh berbagai faktor seperti faktor genetik dan lingkungan individu. Mayoritas kasus hipertensi termasuk ke dalam hipertensi primer yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan pola hidup. Faktor risiko seperti konsumsi garam berlebih, kurangnya aktivitas fisik, hingga obesitas dapat meningkatkan tekanan darah seiring bertambahnya usia.

Urgensi kajian ini terletak pada tingginya prevalensi hipertensi di masyarakat global dan hubungannya yang kompleks dengan patogenesis stroke.⁷ Meskipun banyak penelitian telah dilakukan, terdapat kebutuhan untuk memperbarui dan menyelaraskan temuan terbaru yang berfokus pada mekanisme spesifik hipertensi dalam mencetuskan stroke. Pendekatan berbasis bukti yang lebih terkini diperlukan untuk memberikan wawasan lebih mendalam dalam pencegahan dan terapi stroke berbasis patofisiologi.

Mekanisme hipertensi sebagai penyebab stroke melibatkan berbagai perubahan patologis, termasuk aterosklerosis, disfungsi endotel, serta gangguan sirkulasi otak.⁸ Untuk itu, penting mengkaji lebih dalam patomekanisme spesifik hipertensi dalam mencetuskan stroke guna memberikan dasar bagi pencegahan dan terapi yang lebih efektif. Tujuan kajian ini adalah untuk mengeksplorasi mekanisme patofisiologis hipertensi yang berkontribusi terhadap stroke, baik iskemik maupun hemoragik, berdasarkan bukti terkini dan menyangkut beberapa penemuan biologi molekuler dalam hubungan ini.

2. METODE PENELITIAN

Kajian ini dilakukan dengan pendekatan tinjauan literatur, di mana sumber data diperoleh dari artikel jurnal, buku, dan dokumen relevan lainnya yang tersedia secara daring melalui berbagai *search engine* seperti Google Scholar®, PubMed®, dan ScienceDirect®. Proses pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kata kunci utama seperti "*hypertension*", "*stroke*", "*mechanism*", dan "*pathophysiology*", baik secara individu maupun dalam kombinasi tertentu. Artikel yang dipilih mencakup publikasi terbaru dalam rentang waktu lima tahun terakhir dan harus ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia untuk memudahkan proses analisis dan rujukan berasal dari temuan terkini.



Gambar 1. Diagram Alur Pencarian Literatur

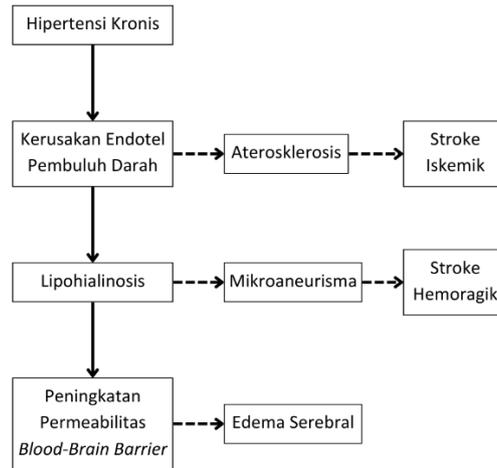
Seperti pada Gambar 1, seleksi literatur dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama, pencarian awal dilakukan dengan memasukkan kata kunci ke mesin pencari, yang menghasilkan daftar artikel potensial. Kedua, artikel yang diperoleh dievaluasi berdasarkan judul dan abstrak untuk menentukan kesesuaian dengan tujuan kajian. Ketiga, artikel yang relevan diunduh dan dibaca secara penuh untuk memastikan bahwa isinya memuat mekanisme patofisiologis hipertensi yang berkontribusi pada terjadinya stroke. Kriteria inklusi yang digunakan dalam kajian ini adalah sebagai berikut: artikel membahas hubungan antara hipertensi dan stroke, baik iskemik maupun hemoragik; artikel mencakup penjelasan mekanisme patofisiologis hipertensi yang memicu stroke; artikel diterbitkan dalam kurun waktu lima tahun terakhir (2019–2024); dan artikel ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia. Sementara itu, artikel yang hanya membahas pencegahan atau pengobatan tanpa memuat

mekanisme patofisiologis hipertensi dikeluarkan dari kajian. Hasil dari literatur yang dipilih dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan bagaimana hipertensi berkontribusi terhadap terjadinya stroke melalui berbagai mekanisme, termasuk aterosklerosis, disfungsi endotel, lipohialinosis, dan peningkatan permeabilitas *blood-brain barrier*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hipertensi merupakan faktor risiko utama dalam kejadian stroke akibat adanya kerusakan pembuluh darah otak yang meningkatkan kemungkinan kejadian stroke iskemik maupun hemoragik. Dari beberapa studi, hipertensi memiliki kontribusi sekitar 51% dalam kematian akibat stroke. Individu dengan hipertensi umumnya lebih berisiko untuk mengalami stroke jika dibandingkan dengan individu tanpa hipertensi. Dari beberapa data yang didapat, ditemukan bahwa hipertensi teridentifikasi sebagai faktor pada 82,3% pasien stroke dan lebih dari 77% penderita stroke telah didiagnosis menderita hipertensi. Survei yang telah dilakukan menunjukkan bahwa prevalensi hipertensi di Indonesia telah meningkat menjadi 34,1% pada tahun 2018. Hal ini menjadi suatu perhatian untuk menekankan mengenai pentingnya manajemen hipertensi untuk mengurangi risiko stroke.

Stroke akibat hipertensi dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Hipertensi dapat menyebabkan tekanan darah perifer meningkat sehingga terjadi suatu efek negatif pada sistem hemodinamik yang menyebabkan penebalan pada dinding pembuluh darah. Kerusakan dari dinding pembuluh darah ini dapat memicu pembentukan suatu plak yang disebut sebagai aterosklerosis, hal ini dapat menyumbat aliran darah ke otak sehingga memicu terjadinya stroke iskemik. Stroke hemoragik juga mungkin terjadi akibat lemahnya dinding pembuluh darah, terutama pada arteri kecil di bagian otak, sehingga lebih mudah pecah dan menyebabkan pendarah.



Gambar 2. Diagram Alur Mekanisme Hipertensi terhadap Stroke

Pada stroke iskemik, hipertensi dapat memicu aterosklerosis akibat peningkatan tekanan darah perifer yang menyebabkan cedera pada endotel pembuluh darah. Kerusakan ini memicu akumulasi lipid dan pembentukan plak aterosklerotik, yang berpotensi menyumbat arteri besar menuju otak. Selain itu, hipertensi meningkatkan risiko trombotik melalui aktivasi jalur inflamasi dan koagulasi. Proses inflamasi dimediasi oleh aktivasi makrofag dan pelepasan sitokin proinflamasi seperti *Interleukin-6* (IL-6), *Tumor Necrosis Factor- α* (TNF- α), dan *C-reactive protein* (CRP), yang meningkatkan adhesi platelet serta agregasi trombus di area kerusakan pembuluh.

Pada tingkat mikrovaskular, hipertensi kronis menyebabkan perubahan patologi seperti lipohialinosis, spasme arteri, dan mikroaneurisma pada pembuluh darah kecil, yang sering menjadi penyebab infark lakunar. Kerusakan endotel pada pembuluh darah kecil juga mengganggu regulasi *nitric oxide* (NO), yang seharusnya berfungsi sebagai vasodilator. Penurunan kadar NO ini memperburuk vasokonstriksi dan meningkatkan risiko iskemia. Perubahan ini menurunkan kapasitas sirkulasi kolateral, memperbesar area penumbra iskemik, dan memperburuk kerusakan jaringan otak.

Pada stroke hemoragik, hipertensi menyebabkan peningkatan tekanan arteri yang melemahkan dinding pembuluh darah, terutama pada arteri kecil otak. Kondisi ini dapat mencetuskan ruptur pembuluh darah dan perdarahan intrakranial. Selain itu, hipertensi berperan dalam perkembangan angiopati amiloid serebral pada lansia, yang merupakan penyebab penting perdarahan intrakranial primer.

Hipertensi juga berkontribusi terhadap kerusakan sel neuron dan peningkatan permeabilitas *blood-brain barrier* melalui mekanisme stress oksidatif yang diperantarai oleh

angiotensin II. Stress oksidatif ini menginduksi pelepasan *vascular endothelial growth factor* (VEGF), yang meningkatkan permeabilitas kapiler otak dan memperburuk edema serebral. VEGF juga terlibat dalam proses inflamasi yang mengurangi integritas endotel dan meningkatkan risiko perdarahan. Disfungsi dari barorefleks akibat hipertensi juga dapat berkontribusi pada prognosis stroke dengan menyebabkan fluktuasi tekanan darah yang cukup fatal. Semua mekanisme ini memiliki keterkaitan dan menunjukkan mekanisme hipertensi yang dapat merusak struktur pembuluh darah serta memicu proses berbahaya lainnya sehingga terjadi stroke hemoragik.

4. DISKUSI

Penelitian sebelumnya milik Gorelick dkk (2020), menunjukkan bahwa hipertensi adalah faktor risiko utama dalam kejadian stroke. Pengobatan untuk menurunkan tekanan darah terbukti efektif dalam mengurangi risiko stroke pertama dan berulang. Tidak ada ambang batas bawah tekanan darah yang menunjukkan penurunan risiko stroke. Sebaliknya, risiko stroke terus meningkat seiring dengan kenaikan tekanan sistolik. Individu dengan tekanan darah sistolik ≥ 151 mmHg memiliki risiko kematian akibat stroke yang lebih tinggi dibandingkan individu yang memiliki tekanan di bawah 112 mmHg.

Penelitian ini memiliki sifat sebuah tinjauan yang memberikan kajian mengenai berbagai studi sebelumnya mengenai manajemen hipertensi pada pasien stroke. Penelitian ini tidak mengikuti desain penelitian jenis eksperimental seperti halnya penelitian kohort ataupun *cross-sectional*, akan tetapi penelitian ini lebih berfokus pada ringkasan hasil dari penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya. Meskipun artikel ini tidak melakukan analisis statistik baru, penulis mengacu pada hasil dari berbagai *Randomized Control Trial* (RCT) dan studi observasional untuk mendukung rekomendasi yang diberikan. Data dari penelitian-penelitian tersebut dianalisis untuk menarik kesimpulan mengenai pengelolaan tekanan darah yang paling efektif pada pasien stroke.

Penelitian menurut Kim dkk (2020) juga menunjukkan bahwa hipertensi berpotensi kuat dalam menyebabkan stroke, hal ini meningkatkan kemungkinan terjadinya stroke iskemik melalui disfungsi endotel dan aterosklerosis. Selain itu, hipertensi dapat mempengaruhi arteri kecil di otak, yang dapat menyebabkan perdarahan intraserebral atau infark lakunar. Studi ini menekankan pentingnya pengelolaan tekanan darah yang efektif untuk mencegah stroke dan komplikasi yang terkait. Kontrol tekanan darah yang baik dapat mengurangi risiko stroke sekunder dan meningkatkan hasil klinis pasien. Diperlukan pendekatan individual dalam

pengelolaan hipertensi, karena target tekanan darah dapat bervariasi berdasarkan jenis stroke dan kondisi pasien.

Pengelolaan hipertensi sangat krusial dalam mencegah terjadinya stroke, karena hipertensi adalah salah satu faktor risiko utama untuk stroke, baik yang bersifat iskemik maupun hemoragik. Penelitian menunjukkan bahwa sekitar 40% kasus stroke dapat dicegah dengan pengendalian tekanan darah yang efektif. Melihat hal ini, penting untuk menerapkan strategi pencegahan yang tepat. Salah satu langkah utama adalah menjaga tekanan darah di bawah ambang batas yang dianjurkan, seperti <140/90 mmHg, karena penurunan tekanan darah sistolik sebesar 10 mmHg dapat mengurangi risiko stroke antara 27% hingga 41%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hipertensi merupakan faktor risiko utama stroke melalui mekanisme aterosklerosis, disfungsi endotel, lipohialinosis, dan ruptur pembuluh darah kecil. Kajian ini menunjukkan bahwa pengendalian tekanan darah yang efektif sangat penting untuk mencegah kerusakan vaskular yang dapat menyebabkan stroke.

DAFTAR REFERENSI

- Chen W, Huang Y, Chong CM, Zheng H. Editorial: Post-stroke complications: mechanisms, diagnosis, and therapies. *Front Neurol.* 2023;14:1292562. doi:10.3389/fneur.2023.1292562
- Fan X, Cao J, Li M, Zhang D, El-Battrawy I, Chen G, Zhou X, Yang G, Akin I. Stroke Related Brain-Heart Crosstalk: Pathophysiology, Clinical Implications, and Underlying Mechanisms. *Adv Sci (Weinh).* 2024 Apr;11(14):e2307698. doi: 10.1002/advs.202307698.
- Gepot K, Kempa VP. *Hubungan Hipertensi Dengan Kejadian Stroke Berulang Di Kota Makassar.* Skripsi. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Stella Maris; 2022.
- Gorelick PB, Whelton PK, Sorond F, Carey RM. Blood Pressure Management in Stroke. *Hypertension.* 2020;76(6):1688-1695. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.14653
- Hui C, Tadi P, Suheb MZK, Patti L. *Ischemic Stroke.* StatPearls Publishing; 2024.
- Johansson BB. Hypertension mechanisms causing stroke. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 1999;26(7):563-565. doi:10.1046/j.1440-1681.1999.03081.x
- Jones NR, McCormack T, Constanti M, McManus RJ. Diagnosis and management of hypertension in adults: NICE guideline update 2019. *Br J Gen Pract.* 2020;70(691):90-91. doi:10.3399/bjgp20X708053

Kim SM, Woo HG, Kim YJ, Kim BJ. Blood pressure management in stroke patients. *Journal of Neurocritical Care*. 2020;13(2):69-79. doi:10.18700/jnc.200028

Murphy SJ, Werring DJ. Stroke: causes and clinical features. *Medicine (Abingdon)*. 2020;48(9):561-566. doi:10.1016/j.mpmed.2020.06.002

National Institute for Health and Care Excellence. *Hypertension in Adults: Diagnosis and Management*. National Institute for Health and Care Excellence; 2021.

Perbasya STD. Hubungan Hipertensi Terhadap Stroke. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*. 2021;2(2):109-113.

Puspitasari PN. Hubungan Hipertensi Terhadap Kejadian Stroke. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*. 2020;12(2):922-926.

Saputri LO, Harahap HS, Rivarti AW, Nurhidayati N. Pencegahan Stroke pada Hipertensi Berdasarkan Mekanisme Patogenesis. *Jurnal Kedokteran Unram*. 2023;12(2):171-179.

Unnithan AKA, Das JM, Mehta P. *Hemorrhagic Stroke*.; 2025.

World Health Organization. Stroke, Cerebrovascular accident. World Health Organization.