

TASSONOMIA E CLASSIFICAZIONE DEI VIRUS

Massimiliano Galdiero*, Marilena Galdiero*

* *Università della Campania “L. Vanvitelli” – Dipartimento di Medicina Sperimentale – Sezione di Microbiologia e Microbiologia clinica*

La tassonomia dei virus è un argomento scientifico molto importante e allo stesso tempo controverso. Il dualismo di centralità e complessità di tale argomento trova ragione nell' esponenziale crescita del sequenziamento di ceppi virali che contribuisce sia all'aumento, ma anche al peggioramento di questa situazione. Nonostante questa difficoltà, molti progressi si sono verificati negli ultimi 20 anni, sia dal punto di vista concettuale che sulle implicazioni pratiche che la tassonomia dei virus può avere. La Commissione Internazionale sulla Tassonomia dei Virus [International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV)] è l'unico comitato della Virology Division of the International Union of Microbiological Societies (IUPS), responsabile di tale compito dal 1966. I reports sulla tassonomia dei virus vengono pubblicati regolarmente da ICTV e sono diventati il riferimento nella tassonomia e nella nomenclatura dei virus.

Non esiste una classificazione “naturale” o “biologica”, infatti, essenzialmente, qualsiasi classificazione è un'invenzione umana arbitraria e la classificazione dei virus non rappresenta un'eccezione. Dovremmo, piuttosto, chiederci: “Come possiamo classificare i virus in modo tale che possa avere senso e possa essere utile alla comunità scientifica?”

Infatti, la necessità di classificare i virus non è solo dovuta alla naturale esigenza dell'uomo di migliorare l'organizzazione concettuale, ma anche alla sua importanza come strumento didattico e scientifico per confrontare i virus tra loro ed estrapolare informazioni utili da un virus all'altro e da una famiglia virale all'altra.

La prima prova dell'esistenza dei virus fu dimostrata da Beijerinck nel 1898, ma fu solo dopo il 1920 che i virologi iniziarono ad avvertire la necessità di classificare i virus. Il primo sistema di classificazione utilizza come criterio le proprietà patogene dei virus animali e umani. Ad esempio, i virus che condividono il tropismo per le cellule epatiche e che causano l'epatite (ad es. Virus dell'epatite A, virus dell'epatite B, virus della febbre gialla, virus della febbre della Valle di Rift) vennero raggruppati come “i virus dell'epatite”

Infatti, le descrizioni antecedenti il 1940, tenevano in considerazione principalmente i sintomi visivi delle malattie virali e a volte le modalità di trasmissione virale. Un successivo gruppo di dati, tra il 1940 e il 1970, ha permesso la raccolta di un'enorme quantità di informazioni sulla morfologia dei virioni (microscopia elettronica, dati strutturali), biologia (sierologia e proprietà del virus) e proprietà fisico-chimiche dei virus (natura e numero e dimensione delle proteine virali). Infine le più recenti

informazioni utilizzate per classificare i virus sono rappresentate dalle sequenze del genoma virale.

Tabella 1: Elenco dei criteri che delimitano i diversi taxa virali	
1) Ordine	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proprietà comuni tra più famiglie tra cui: <ul style="list-style-type: none"> - Composizione biochimica - Strategie di replicazione dei virus - Struttura delle particelle (in una certa misura) - Organizzazione generale del genoma
2) Famiglia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proprietà comuni tra diversi generi tra cui: <ul style="list-style-type: none"> - Composizione biochimica - Strategia di replicazione dei virus - Natura della struttura delle particelle - Organizzazione del genoma
3) Genere	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proprietà comuni all'interno di un genere, tra cui: <ul style="list-style-type: none"> - Strategia di replicazione dei virus - Dimensione, organizzazione e / o numero di segmenti del genoma - Omologie di sequenza (proprietà di ibridazione) - Trasmissione vettoriale
4) Specie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proprietà comuni all'interno di un genere, tra cui: <ul style="list-style-type: none"> - Disposizione del genoma - Omologie di sequenza (proprietà di ibridazione) - Relazione sierologica - Trasmissione vettoriale - Gamma host - Patogenicità - Tropismo dei tessuti - Distribuzione geografica

Tabella 2: Selezione dei virus dei vertebrati dal sito ITCV (principalmente virus di interesse umano)

Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie di maggiore interesse	Ospite	Vettore	
Herpesvirales	<i>Herpesviradae</i>	<i>Alphaherpesvirinae</i>	<i>Simplexvirus</i>	Human herpes virus 1 – HSV-1	Uo		
				Human herpes virus 2 – HSV-2	Uo		
				<i>Varicellovirus</i>	Varicella-zoster virus	Uo	
		<i>Betaherpesvirinae</i>	<i>Cytomegalovirus</i>	Cytomegalovirus	Uo		
				<i>Roseolovirus</i>	Human herpesvirus 7	Uo	
				Human herpesvirus 6A	Uo		
				Human herpesvirus 6B	Uo		
		<i>Gammaherpesvirinae</i>	<i>Lymphocryptovirus</i>	Epstein-Barr virus	Uo		
				<i>Rhadinovirus</i>	Human herpesvirus 8	Uo	
dsDNA RT Sepolyvirales	<i>Polyomaviridae</i>	<i>Alphapolyomavirus</i>	<i>Merkel cell polyomavirus</i>	Uo			
			<i>Human polyomavirus 8</i>	Uo			
			<i>Human polyomavirus 9</i>	Uo			
			<i>Human polyomavirus 13</i>	Uo			
			<i>Human polyomavirus 14</i>	Uo			
		<i>Betapolyomavirus</i>	<i>Polyomavirus BK</i>	Uo			
			<i>Polyomavirus JC</i>	Uo			
			<i>Polyomavirus KI</i>	Uo			
			<i>Polyomavirus WU</i>	Uo			
		<i>Deltapolyomavirus</i>	<i>Human polyomavirus 6</i>	Uo			
			<i>Human polyomavirus 7</i>	Uo			
			<i>Polyomavirus MW</i>	Uo			
			<i>Polyomavirus STL</i>	Uo			
Chitovirales	<i>Poxviridae</i>	<i>Chordopoxvirinae</i>	<i>Molluscipoxvirus</i>	<i>Molluscum contagiosum virus</i>	Uo		
				<i>Orthopoxvirus</i>	<i>Vaccinia virus</i>	Uo	
				<i>Variola virus</i>	Uo		
		<i>Parapoxvirus</i>	<i>Orf virus</i>	Uo Bo			

Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie di maggiore interesse	Ospite	Vettore	
ssDNA	Zurhausenvirales	<i>Papillomaviridae</i>	<i>Firstpapillomavirinae</i>	<i>Alphapapillomavirus</i>	<i>Alphapapillomavirus 1-14</i>	Uo Sc	
				<i>Betapapillomavirus</i>	<i>Betapapillomavirus 1-6</i>	Uo	
				<i>Gammapapillomavirus</i>	<i>Gammapapillomavirus 1-27</i>	Uo	
				<i>Mupapillomavirus</i>	<i>Mupapillomavirus 1-3</i>	Uo	
				<i>Nupapillomavirus</i>	<i>Nupapillomavirus 1</i>	Uo	
	Rowavirales	<i>Adenoviridae</i>		<i>Mastadenovirus</i>	<i>Bovine mastadenovirus A-C</i>	Bo	
					<i>Canine mastadenovirus</i>	Ca	
					<i>Human mastadenovirus A-G</i>	Uo	
	Ligamenvirales	<i>Anelloviridae</i>			<i>Alphatorquevirus</i>	<i>Torque teno virus 1-29</i>	Uo
					<i>Betatorquevirus</i>	<i>Torque teno mini virus 1-12</i>	Uo
<i>Gammatorquevirus</i>					<i>Torque teno midi virus 1-15</i>	Uo	
Circivirales	<i>Circoviridae</i>			<i>Circovirus</i>	<i>Human associated circovirus 1</i>	Uo	
					<i>Porcine circovirus 2</i>	Su	
				<i>Cyclovirus</i>	<i>Chimpanzee associated cyclovirus 1</i>	Sc	
					<i>Human associated cyclovirus 1-12</i>	Uo	
Piccovirales	<i>Parvoviridae</i>	<i>Parvovirinae</i>		<i>Bocaparvovirus</i>	Human bocavirus	Uo	
				<i>Dependoparvovirus</i>	Virus adeno-associati	Uo	
				<i>Erythroparvovirus</i>	Parvovirus B19	Uo	
				<i>Protoparvovirus</i>	Bufavirus	Uo	
					Tusavirus	Uo	
					Cutavirus	Uo	
					<i>Tetraparvovirus</i>	<i>Tetraparvovirus 4</i>	Uo
dsRNA	<i>Birnaviridae</i>		<i>Ronavirus</i>	<i>Rotifer birnavirus</i>	Uo		

Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie di maggiore interesse	Ospite	Vettore
Durnavirales	<i>Picobirnaviridae</i>		<i>Picobirnavirus</i>	<i>Human picobirnavirus</i>	Uo	
				<i>Equine picobirnavirus</i>	Eq	
Reovirales	<i>Reoviridae</i>	<i>Sedoreovirinae</i>	<i>Rotavirus</i>	<i>Rotavirus A</i>	Uo	
				<i>Rotavirus B</i>	Uo	
				<i>Rotavirus C</i>	Uo	
		<i>Spinareovirinae</i>	<i>Orthoreovirus</i>	<i>Mammalian orthoreovirus</i>	Uo	
				<i>Nelson Bay virus</i>	Uo	
ssRNA +	<i>Arteriviridae</i>	<i>Smarterivirinae</i>	<i>Deltaarterivirus</i>	<i>Deltaarterivirus hemfev</i>	Sc	
			<i>Epsilonarterivirus</i>	<i>Epsilonarterivirus hemcep</i>	Sc	
	<i>Coronaviridae</i>	<i>Orthocoronavirinae</i>	<i>Alphacoronavirus</i>	<i>Human coronavirus 229E</i>	Uo	
				<i>Porcine epidemic diarrhea virus</i>	Su	
				<i>Human coronavirus NL63</i>	Uo	
			<i>Betacoronavirus</i>	<i>Human coronavirus OC43</i>	Uo Be	
			<i>Human coronavirus HKU1</i>	Uo		
			<i>Middle East respiratory syndrome-related coronavirus</i>	Uo		
				<i>Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus</i>	Uo	
				<i>Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2</i>	Uo	
	<i>Tobamiviridae</i>	<i>Torovirinae</i>	<i>Torovirus</i>	<i>Bovine torovirus</i>	Bo	
				<i>Equine torovirus</i>	Cv	
<i>Porcine torovirus</i>				Su		
Stellavirales	<i>Astroviridae</i>		<i>Mamastrovirus</i>	<i>Mamastrovirus 1-19</i>	Uo	

Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie di maggiore interesse	Ospite	Vettore	
Hepelivirales	Hepeviridae		Orthohepevirus	Hepatitis E virus	Uo		
Picornavirales	Caliciviridae		Nebovirus	Newbury 1 virus	Bo		
			Norovirus	Norwalk virus	Uo		
			Sapovirus	Sapporo virus	Uo Su		
Martellivirales	Togaviridae		Alphavirus	Chikungunya virus	Uo	Za	
				Semliki Forest virus	Uo	Za	
				Sindbis virus	Uo	Za	
				Barmah Forest virus	Uo	Za	
				Middleburg virus	Uo Cv	Za	
Amarillovirales	Flaviviridae		Flavivirus	Zika virus	Uo	Za	
				Yellow fever virus	Uo	Za	
				West Nile virus	Uo	Za	
				Usutu virus	Uo	Za	
				Dengue virus	Uo	Za	
				Tick-borne encephalitis virus	Uo	Ze	
				Saint Louis encephalitis virus	Uo	Za	
				Powassan virus	Uo	Ze	
				Omsk hemorrhagic fever virus	Uo	Ze	
				Murray valley encephalitis virus	Uo	Za	
				Japanese encephalitis virus	Uo	Za	
				Hepacivirus	Hepatitis C virus	Uo	
				Pegivirus	Hepatitis virus G	Uo	
				Pestivirus	Bovine viral diarrhea virus 1	Bo	
		Bovine viral diarrhea virus 2	Bo				

Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie di maggiore interesse	Ospite	Vettore	
<i>Picornavirales</i>	<i>Picornaviridae</i>		<i>Cardiovirus</i>	<i>Cardiovirus A</i>	Uo		
				<i>Cardiovirus B</i>	Uo		
			<i>Cosavirus</i>	<i>Cosavirus A</i>	Uo		
			<i>Dicipivirus</i>	<i>Cadicivirus A</i>	Ca		
			<i>Enterovirus</i>	<i>Enterovirus A</i>	Uo		
				<i>Enterovirus B</i>	Uo		
				<i>Enterovirus C</i>	Uo		
			<i>Enterovirus D</i>	Uo			
			<i>Rhinovirus A</i>	Uo			
			<i>Rhinovirus B</i>	Uo			
			<i>Rhinovirus C</i>	Uo			
			<i>Hepatovirus</i>	<i>Hepatitis A virus</i>	Uo		
			<i>Parechovirus</i>	<i>Parechovirus A-F</i>	Uo		
			<i>Salivirus</i>	<i>Salivirus A</i>	Uo Sc		
ssRNA - <i>Bunyavirales</i>	<i>Arenaviridae</i>		<i>Mammarenavirus</i>	<i>Lassa virus</i>	Uo Sc	Ro	
				<i>Lujo virus</i>	Uo	Ro	
				<i>Lymphocytic Choriomeningitis virus</i>	Uo	Ro	
				<i>Machupo virus</i>	Uo	Ro	
				<i>Tacaribe virus</i>	Uo	Ro	
				<i>Hantaviridae</i>	<i>Mammantavirinae</i>	<i>Orthohantavirus</i>	<i>Hantaan virus</i>
	<i>Puumala virus</i>	Uo	Ro				
	<i>Sin Nombre virus</i>	Uo	Ro				
	<i>Nairoviridae</i>			<i>Orthonairovirus</i>	<i>Crimean-Congo hemorrhagic fever virus</i>	Uo	Ze
					<i>Dugbe virus</i>	Uo Ov	Ze
					<i>Kasokero virus</i>	Uo Pi	Ze
	<i>Peribunyaviridae</i>			<i>Orthobunyavirus</i>	<i>La Crosse virus</i>	Uo	Za
					<i>Bunyamwera virus</i>	Uo	Za

Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie di maggiore interesse	Ospite	Vettore				
	<i>Phenuiviridae</i>			<i>California encephalitis virus</i>	Uo	Za				
				<i>Oropouche virus</i>	Uo	Za				
				<i>Cache Valley virus</i>	Uo Ru	Za				
				<i>Schmallenberg virus</i>	Ru	Ms				
				<i>Pacuvirus</i>	<i>Rio Preto da Eva virus</i>	Uo				
				<i>Phlebovirus</i>	<i>Toscana virus</i>	Uo	Za			
					<i>Candiru virus</i>	Uo	Za			
						Uo				
					<i>Rift Valley fever virus</i>	Bo Ov Cm	Za			
					<i>Naples phlebovirus</i>	Uo	Za			
					<i>Sicilian virus</i>	Uo	Za			
					<i>Punta Toro virus</i>	Uo	Za			
					<i>Rio Grande virus</i>	Uo	Mo			
					<i>Bandavirus</i>	<i>Dabie bandavirus</i>	Uo	Ze		
						<i>Heartland virus</i>	Uo	Ze		
						<i>Lone Star virus</i>	Uo	Ze		
					<i>Uukuvirus</i>	<i>Uukuniemi virus</i>	Uo	Ze		
						<i>Deltavirus</i>	<i>Hepatitis delta virus</i>	Uo		
				<i>Articulavirales</i>	<i>Orthomyxoviridae</i>		<i>Alphainfluenzavirus</i>	<i>Influenza A virus</i>	Uo	
							<i>Betainfluenzavirus</i>	<i>Influenza B virus</i>	Uo	
<i>Deltainfluenzavirus</i>	<i>Influenza D virus</i>	Uo								
<i>Gammainfluenzavirus</i>	<i>Influenza C virus</i>	Uo								
	<i>Quaranjavirus</i>	<i>Quarantfil virus</i>	Uo				Ze			
	<i>Thogotovirus</i>	<i>Dhori virus</i>	Uo				Ze			
		<i>Thogoto virus</i>	Uo				Ze			
<i>Mononegavirales</i>	<i>Birnaviridae</i>		<i>Orthobirnavirus</i>	<i>Mammalian 1 orthobirnavirus</i>	Uo					
				<i>Mammalian 2 orthobirnavirus</i>	Uo					
	<i>Filoviridae</i>		<i>Dianlovirus</i>	<i>Mengla virus</i>	Uo Pi					

Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie di maggiore interesse	Ospite	Vettore
			<i>Ebolavirus</i>	<i>Zaire ebolavirus</i>	Uo Pi	
				<i>Sudan ebolavirus</i>	Uo Pi	
				<i>Bombali ebolavirus</i>	Uo Pi	
			<i>Marburgvirus</i>	<i>Marburg virus</i>	Uo	Pi Su
	<i>Nyamiviridae</i>		<i>Nyavirus</i>	<i>Sierra Nevada virus</i>	Uo	
	<i>Paramyxoviridae</i>	<i>Orthoparamyxovirinae</i>	<i>Henipavirus</i>	<i>Nipah virus</i>	Uo	Pi Su
			<i>Morbillivirus</i>	<i>Measles virus</i>	Uo	
				<i>Canine morbillivirus</i>	Ca	
				<i>Rinderpest morbillivirus</i>	Bo	
			<i>Narmovirus</i>	<i>Mossman virus</i>	Uo	
			<i>Respirovirus</i>	<i>Human parainfluenza 1</i>	Uo	
				<i>Human parainfluenza 3</i>	Uo	
				<i>Bovine parainfluenza 3</i>	Bo	
				<i>Porcine parainfluenza 1</i>	Su	
		<i>Rubulavirinae</i>	<i>Orthorubulavirus</i>	<i>Human parainfluenza 2</i>	Uo	
				<i>Human parainfluenza 4</i>	Uo	
				<i>Porcine parainfluenza 1</i>	Su	
			<i>Pararubulavirus</i>	<i>Sosuga pararubulavirus</i>	Uo	
	<i>Pneumoviridae</i>		<i>Metapneumovirus</i>	<i>Human metapneumovirus</i>	Uo	
			<i>Orthopneumovirus</i>	<i>Human Respiratory syncytial virus</i>	Uo	
				<i>Bovine respiratory syncytial virus</i>	Bo	
	<i>Rhabdoviridae</i>		<i>Almendravirus</i>	<i>Rio Chico virus</i>	Uo	Za
				<i>Puerto Almendras virus</i>	Uo	Za
			<i>Lyssavirus</i>	<i>Rabies virus</i>	Uo Al	Ca
				<i>Duvenhage virus</i>	Uo Al	Ca

Ordine	Famiglia	Sottofamiglia	Genere	Specie di maggiore interesse	Ospite	Vettore			
			<i>Ledantevirus</i>	<i>Le Dantec virus</i>	Uo Al	Za			
			<i>Tibrovirus</i>	<i>Bas-Congo tvirus</i>	Uo				
				<i>Ekpoma 1 virus</i>	Uo	Ms			
				<i>Ekpoma 2 virus</i>	Uo	Ms			
			<i>Vesiculovirus</i>	<i>Chandipura virus</i>	Uo				
				<i>New Jersey vesiculovirus</i>	Uo				
				<i>Maraba vesiculovirus</i>	Uo				
			ssRNA RT Ortervirales	<i>Retroviridae</i>	<i>Orthoretrovirinae</i>	<i>Deltaretrovirus</i>	<i>Bovine leukemia virus</i>	Bo	
							Primate T-lymphotropic virus 1, 2, 3	Sc	
							<i>Human T-lymphotropic virus 1</i>	Uo	
	<i>Human T-lymphotropic virus 2</i>	Uo							
	<i>Human T-lymphotropic virus 3</i>	Uo							
<i>Lentivirus</i>	<i>Human immunodeficiency virus 1</i>	Uo							
	<i>Human immunodeficiency virus 2</i>	Uo							
	<i>Simian immunodeficiency virus</i>	Sc							
	<i>Feline immunodeficiency virus</i>	Fe							
dsDNA RT Blubervirales	<i>Hepadnaviridae</i>					<i>Orthohepadnavirus</i>	<i>Hepatitis B virus</i>	Uo	

Legenda

Al = Altri animali a sangue caldo, **Be** = Bestiame, **Bo** = Bovini, **Ca** = Cane, **Cm** = Cammelli, **Cv** = Cavalli, **Eq** = Equini
Fe = Felini, **Ov** = Ovini, **Mo** = Mosca, **Ms** = Moscerini, **Pi** = Pipistrelli, **Ro** = Roditori, **Ru** = Ruminanti, **Sc** = Scimmia,
Su = Suini, **Uo** = Uomo, **Za** = Zanzara, **Ze** = Zecca.

Dati derivati dal “Virus Taxonomy: The Classification and Nomenclature of Viruses. The 9th Report of the ICTV (2011)”

(https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_9th_report/) integrati con i dati derivati dai capitoli attualmente disponibili

(https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_online_report/) per la preparazione del 10th report attualmente in fase di aggiornamento.

I dati presentati nella tabella rappresentano una selezione dei principali virus dei vertebrati con particolare riguardo all’uomo.